

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**“Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de
descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname,
Municipio de San Carlos, Rio San Juan.”**

**Monografía presentada como requisito final para optar al título de:
Arquitecto**

Autor:

Br. Jerónimo Agustín Zamora Zamora.

Tutor:

Msc. Arq. Marythel Garache.

Managua, Febrero 2018

Dedicatoria

A Dios todopoderoso por permitirme lograr mis metas y aspiraciones con orgullo y satisfacción.

A mi hermana, Marcia Cruz por ser como una madre, y brindarme su apoyo y amor incondicional desde siempre.

A mis Padres que me enseñaron el valor del estudio y a ser un buen cristiano y honrado ciudadano.

A mí mismo, por todo el esfuerzo y sacrificio empleado a lo largo de estos años de estudio logrando la oportunidad y el privilegio de obtener un título universitario, el disfrutar y enriquecer mis conocimientos con una carrera capaz de desarrollar mis aptitudes creativas cumpliendo con todas mis expectativas y de la cual espero seguir aprendiendo y mejorando profesionalmente.

Agradecimiento

A Dios creador y dador de vida por su fortaleza y compañía a través de los años; es por él que he llegado hasta aquí.

A mi padre, mi madre y mi hermana que me han motivado, ayudado y proporcionado confianza en mí mismo todos estos años de estudio. Muchas gracias por su apoyo incondicional los amo con todo mi corazón.

A todos mis demás familiares, amigos y profesores que me alentaron a seguir adelante; ha sido un duro camino pero todos me han ayudado a seguirlo.

A mi tutora, Msc. Arq. Marythel Garache, por su apoyo constante y sus consejos que fueron de gran trascendencia en esta tesis monográfica.

A Msc. Karen Acevedo, por sus significativas e importantes orientaciones en el desarrollo metodológico de esta tesis monográfica y su apoyo en todo momento.

Al lector de este trabajo monográfico por dedicar el tiempo para analizar este documento, espero sea de su completo agrado.



RESUMEN

La realización de este trabajo constituye una propuesta de tres viviendas de descanso a base de Bambú, el cual consiste en un diseño arquitectónico y constructivo que sea cómodo, funcional y presentando una alternativa accesible para la construcción de nuevas viviendas.

Se necesitó de los fundamentos teóricos, que son básicos para el éxito de todo trabajo científico; se investigó sobre la base teórica conceptual del bambú para poder contextualizar el tema a tratar y conocer a profundidad sus características y la mejor forma de emplearlo como material constructivo.

La metodología empleada es de tipo descriptiva, basada en la técnica de la observación la cual se aplicó al momento de hacer el diagnóstico del problema y en el análisis de modelos análogos; el universo del presente estudio es el dueño de la propiedad donde se emplaza el proyecto y de manera general la población habitante de los alrededores que pueden retomar el diseño de vivienda y la implementación del sistema constructivo del bambú como un ejemplo a seguir.

El anteproyecto se ubica en el archipiélago de Solentiname, municipio de Río San Juan. La creación del proyecto contempló un análisis de sitio, analizando su ambiente natural y su ambiente antrópico, para comprobar si es un lugar adecuado para el emplazamiento de este tipo de edificación, obteniendo resultados satisfactorios y a su vez creando una propuesta arquitectónicamente atractiva demostrando que el bambú es un material adaptable y altamente recomendable para la construcción de viviendas que no se ha logrado aprovechar sus beneficios no solo en la construcción sino a nivel general puesto que las ventajas del uso del bambú son aplicables tanto a nivel ambiental como social.



Contenido

I.	CAPÍTULO I: PRÓLOGO	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	GENERAL	5
1.4.2	ESPECÍFICOS	5
II.	CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1	ANTECEDENTES.....	6
2.2	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	11
2.2.1	La Vivienda en Nicaragua	11
2.2.2	Las Viviendas de Bambú en Nicaragua	13
2.2.3	Base Teórica Conceptual de Bambú en la Construcción de Viviendas. 15	
2.2.4	Cultivo y Manejo del Bambú en Nicaragua	19
2.2.5	Propiedades Físico – Mecánicas de la Guadua	27
2.2.6	Sistema Constructivo Bambú Guadua	30
2.2.7	Factibilidad Económica	50
2.3	HIPÓTESIS.....	53
III.	CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO	54
3.1	Tipo de Estudio	54
3.2	Enfoque	54
3.3	Universo.....	54
3.4	Muestra.....	54



3.5	Variables	55
3.6	Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos e Información 56	
3.7	Técnicas de Análisis y Procesamiento de la Información	57
3.8	Esquema Metodológico	58
IV.	CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
4.1	Modelos Análogos	59
4.1.1	Un Bosque para una Admiradora de la Luna	59
4.1.2	La Casa Bambú.....	65
4.1.3	Aspectos a Recuperar.....	70
4.2	Análisis de Sitio.....	71
4.2.1	Macro y Micro Localización	71
4.2.2	Clima	72
4.2.3	Flora	72
4.2.1	Fauna	73
4.2.2	Soleamiento y Ventilación	74
4.2.3	Geomorfología, Fisiografía	74
4.2.4	Acceso, Vialidad y Transporte.....	75
4.2.5	Restricciones Físicas y Legales	77
4.2.6	Infraestructura y Equipamiento.....	77
4.2.7	Control de Desechos.....	78
4.2.8	Características Socio demográficas de la Población.....	80
4.2.9	Viviendas.....	81
4.3	Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso usando bambú guadua como principal elemento de construcción	82



4.3.1	Programa Arquitectónico	82
4.3.2	Áreas y Ambientes	83
4.3.3	Sistema Constructivo	89
4.3.4	Análisis Formal	93
4.3.5	Análisis de Costo.....	97
4.3.6	Tiempo de Construcción	99
4.3.7	Renders.....	100
4.3.8	Planos Arquitectónicos.....	111
V.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	135
5.1	CONCLUSIONES	135
5.2	RECOMENDACIONES.....	137
5.3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
	ANEXOS	142



Ilustraciones

Ilustración II-1: Cultivo y Manejo de la Guadua. Fuente: Elaboración Propia	19
Ilustración II-2: Sección Longitudinal de una caña de Guadua.	28
Ilustración II-3: Sección Transversal de una caña de guadua, ampliación de la zona inmediata a la epidermis.	28
Ilustración II-4: Proceso de Unión Longitudinal del Bambú.....	36
Ilustración II-5: Costo Pared Quincha	50
Ilustración II-6: Costo Pared Ipirti.....	50
Ilustración II-7: Costo Pared Romero.....	51
Ilustración II-8: Costo Pared Bahareque	51
Ilustración II-9: Costo Pared Panel Hogar de Cristo	52
Ilustración III-1: Esquema Metodológico	58
Ilustración IV-1: Macro y Micro Localización Modelo Análogo Un bosque para una admiradora de la Luna	59
Ilustración IV-2: Análisis Físico – Natural Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna.....	60
Ilustración IV-3: Planta y Elevación Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna	61
Ilustración IV-4: Proceso constructivo Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna	61
Ilustración IV-5: Bosquejo Volumétrico Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna	62
Ilustración IV-6: Macro y Micro Localización Modelo Análogo La casa bambú	65
Ilustración IV-7: Macro y Micro localización	71
Ilustración IV-8: Colocación de cubierta de techo	92
Ilustración IV-9: Concepto Generador Modelo 1	93
Ilustración IV-10: Concepto Generador Modelo 2	94
Ilustración IV-11: Concepto Generador Modelo 3	94
Ilustración IV-12: Modelo N° 1 análisis formal.....	95
Ilustración IV-13: Modelo N° 2 análisis formal.....	96



Ilustración IV-14: Modelo N° 3 análisis formal.....	96
Ilustración IV-15: Vista Aérea de Conjunto	100
Ilustración IV-16: Vista Aérea de Conjunto	100
Ilustración IV-17: Vista Muelle de acceso al Sitio.....	101
Ilustración IV-18: Vista hacia lago desde Muelle.....	101
Ilustración IV-19: Vista en planta Modelo N° 1	102
Ilustración IV-20: Vista Frontal Modelo N° 1	102
Ilustración IV-21: Vista Lateral Modelo N° 1.....	103
Ilustración IV-22: Vista Posterior Modelo N° 1	103
Ilustración IV-23: Vista hacia Lago desde Modelo N° 1	104
Ilustración IV-24: Vista Frontal Modelo N° 2	104
Ilustración IV-25: Vista Frontal Modelo N° 2	105
Ilustración IV-26: Vista Lateral Modelo N° 2.....	105
Ilustración IV-27: Vista Posterior Modelo N° 2	106
Ilustración IV-28: Vista hacia Lago desde Modelo N° 2	106
Ilustración IV-29: Vista en planta Modelo N°3.....	107
Ilustración IV-30: Vista Frontal Modelo N°3	107
Ilustración IV-31: Vista Lateral Modelo N°3.....	108
Ilustración IV-32: Vista Posterior Modelo N°3	108
Ilustración IV-33: Vista hacia Lago desde Modelo N° 3	109
Ilustración IV-34: Vista Frontal Modelo N° 2	109
Ilustración IV-35: Vista Aérea hacia Lago	110
Ilustración IV-36: Vista Aérea hacia Lago	110
Ilustración V-1: Zonas de crecimiento de la guadua en Nicaragua.	142
Ilustración V-2: Partes de la Guadua	143



Tablas

Tabla II-1: Generalidades de la Guadua	16
Tabla II-2: Características de las distintas formas de la Guadua Angustifolia Kunth.	17
<i>Tabla II-3: Partes de la Guadua Angustifolia</i>	18
<i>Tabla II-4: Corte del Bambú</i>	23
Tabla IV-1: Datos Generales Modelo Análogo Internacional.	62
Tabla IV-2: Datos Generales Modelo Análogo Nacional.	69
Tabla IV-3: Aspectos a Recuperar de Modelos Análogos.....	70
Tabla IV-4: Tiempo de vivir en la comunidad (años).....	80
Tabla IV-5: Programa Arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia.....	82
Tabla V-1: Listado de Fauna de Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname.....	147
Tabla V-2: Mamíferos reportados para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname	153
Tabla V-3: Especies de anfibios reportados para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname	153
Tabla V-4: Listado de flora reportada para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname.....	154



Fotos

Foto II-1: Columna de Bambú compuesta.....	30
Foto II-2: Puertas y Ventanas de Bambú	31
Foto II-3: Cielo Razo de Bambú	31
Foto II-4: Proceso de entalladura del Bambú	33
Foto II-5: Unión Empernada de Bambú	34
Foto II-6: Tipos de Pernos en Uniones de Bambú	35
Foto II-7: Posición de pernos en unión Longitudinal.	36
Foto II-8: Unión entre Cimiento y Columna con material Impermeable.....	37
Foto II-9: Separador.....	38
Foto II-10: Vista interna Vivienda de Bambú.....	39
Foto II-11: Columnas de Bambú	39
Foto II-12: Columnas de Bambú	40
Foto II-13: Estructura de techo de Bambú.	40
Foto II-14: Vista Inferior de entepiso.....	41
Foto II-15: Entepiso para una vivienda de Bambú	41
Foto II-16: Muro Estructural Arriostrado.....	43
Foto II-17: Muro Estructural no Arriostrado.....	43
Foto II-18: Proceso de elaboración de Recubrimiento.	45
Foto II-19: Proceso de Construcción de paredes de Quincha.....	46
Foto II-20: Proceso de construcción de paredes Ipirti.....	47
Foto II-21: Proceso de elaboración de Material de Relleno.	48
Foto II-22: Proceso de construcción de paredes Bahareque	48
Foto II-23: Proceso de construcción de paredes Romero	49
Foto IV-1: Patio interno Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna.....	63
Foto IV-2: Fachada Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna.....	63
Foto IV-3: Vista Externa Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna ...	64
Foto IV-4: Puertas de Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna	64
Foto IV-5: Vista Dormitorio de La casa Bambú.	66
Foto IV-6: Vista bloques decorativos conservados de La casa Bambú..	67



Foto IV-7: Vista columnas de La casa Bambú.	67
Foto IV-8: Vista dormitorio de La casa Bambú.....	68
Foto IV-9: Puertas de anillos de La casa Bambú.	68
Foto IV-10: Fachada de La casa Bambú.....	69
Foto IV-11: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno.....	73
Foto IV-12: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno.....	73
Foto IV-13: Vista de lanchas navegando frente al terreno.....	75
Foto IV-14: Muelle de San Carlos desde lancha de transporte.....	76
Foto IV-15: Puerto de San Carlos.....	76
Foto IV-16: Iglesia de Solentiname.....	78
Foto IV-17: Vivienda de Solentiname.....	81
Foto IV-18: Clavado de esterilla a estructura portante.....	90
Foto IV-19: Esterilla expuesta en paredes interiores.	91
Foto IV-20: Revestimiento de mortero en paredes.	91
Foto IV-21: pared con recubrimiento terminado.....	91
Foto IV-22: Vista interior de cubierta de palma instalada.....	92
Foto IV-23: Prototipo de Vivienda de Bambú presentado por UNI.....	97
Foto V-1: Vista de las Islas del Archipiélago de Solentiname.....	155
Foto V-2: Vista de la isla el padre.....	155
Foto V-3: Vista de lanchas navegando frente al terreno.....	155
Foto V-4: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno.....	155
Foto V-5: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno.....	155
Foto V-6: Vista hacia el lago desde el terreno.....	155
Foto V-7: Vista hacia el lago desde el terreno.....	155
Foto V-8: Vista hacia el lago desde el terreno.....	155
Foto V-9: Vista hacia Isla San Fernando desde el terreno.....	155
Foto V-10: Vista hacia Isla San Fernando desde el terreno.....	155
Foto V-11: Vista hacia Isla Zacatón desde el terreno.....	155
Foto V-12: Vista hacia Isla Zacatón desde el terreno.....	155
Foto V-13: Vista de la costa del terreno.....	155



Foto V-14: Vista hacia el lago desde el terreno	155
Foto V-15: Vista hacia el lago desde el terreno	155
Foto V-16: Vista hacia el lago desde el terreno	155



I. CAPÍTULO I: PRÓLOGO

1.1 INTRODUCCIÓN

El Derecho universal a una vivienda, digna y adecuada, como uno de los principales derechos humanos, aparece recogido en la Declaración Universal de los Derechos Humanos al igual que lo declara la constitución política de Nicaragua; es por esto que mundialmente la necesidad de una vivienda se ha convertido en una de las prioridades para todo ser humano. En América Latina la falta de regularización de planes de vivienda y la falta de instrumentos que normen un equitativo y equilibrado desarrollo del territorio han permitido que la problemática de la vivienda no se pueda erradicar de manera eficaz.

Nicaragua, al igual que muchos otros países Latinoamericanos, ha mantenido durante muchos años un déficit habitacional debido a diversos factores destacándose entre ellos los de carácter económico y social. En los últimos años se han impulsado grandes esfuerzos por parte de la empresa privada y las instituciones gubernamentales para mejorar el acceso de la población a una vivienda digna implementando diversos programas de vivienda de interés social.

Ante tal necesidad, surge el presente documento titulado: **Anteproyecto arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso en el archipiélago de Solentiname integrando el Bambú (Guadua Agustifolia) como material alternativo en la construcción habitacional nicaragüense.** El bambú es un material que por muchos años fue considerado simplemente como decorativo sin embargo, en los últimos años debido a la creciente concientización de la humanidad por la naturaleza y la búsqueda de materiales ecológicos y menos agresivos con el ambiente se ha comenzado a integrar el bambú de manera significativa en la construcción.



Debido a sus propiedades físicas y mecánicas; además de ser un material económico y de fácil reproducción se ha convertido en una respuesta ideal para solventar la necesidad habitacional. Aunque en nuestro país solo se ha hecho uso de este material de forma pasiva en elementos decorativos y acabados en viviendas, desde hace pocos años se ha empezado a implementar en construcciones habitacionales de interés social realizadas principalmente por entidades privadas. Sin embargo, muchas otras empresas empiezan a comercializar este material popularizando sus características y diversificando sus usos.

En este documento se presentan tres modelos de vivienda implementando como principal material constructivo el bambú, analizando sus propiedades, versatilidad y beneficios como sistema constructivo; confirmando que es un material completamente adaptable y utilizable en nuestro país.



1.2 JUSTIFICACIÓN

Debido a la creciente problemática de la vivienda, el aumento en los costos de los materiales de construcción y la falta de recursos adquisitivos por parte de la población con respecto a la construcción de viviendas; surge la necesidad de concebir el presente documento donde se plantea el anteproyecto de tres modelos de vivienda, integrando un nuevo sistema constructivo que difiere de los ya tradicionales utilizados en el país para este tipo de edificación; sustituyéndolos por un material más ecológico y accesible.

El sistema constructivo que se propone es la utilización de la caña de bambú, específicamente el bambú “Guadua Agustifolia”, que debido a sus características y propiedades disminuye los costos de construcción de las viviendas ya que desciende de una planta de crecimiento vertiginoso y renovable evitando, la escasez del material, además que su comercialización es de menor costo en comparación con otros materiales de construcción. También facilita la rápida construcción de la vivienda ya que su manejo es sencillo y no requiere de mano de obra ni maquinaria especializada para su instalación.

Aunque el uso de este material no es tan común en Nicaragua; no significa que no sea un sistema apto para la construcción de viviendas; cabe destacar que presenta gran facilidad de aleación con la mayoría de materiales y sistemas tanto tradicionales como modernos. Este sistema permite brindar una vivienda accesibles que cumpla con las condiciones óptimas para el buen desarrollo de las actividades cotidianas propias de la población, reduciendo en gran medida el impacto provocado al medio ambiente con el uso de materiales abrasivos con la naturaleza.



1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la necesidad de construir entre 15,000 y 25,000 casas anuales y a que la mayor parte de la población nicaragüense pertenece a la clase social baja y media baja, es casi imposible la adquisición de una vivienda, por lo que es necesario plantear una solución que ayude a disminuir el déficit habitacional siendo lo más accesible posible para la mayor parte de la población. Y siendo el bambú un material que no es aprovechado en su totalidad pese a sus características constructivas no se ha creado una solución lo suficientemente viable.

Aunque en promedio se construyen un total de 10,000 viviendas anuales no es suficiente para solventar la demanda de la población dejando un amplio margen que de familias que no pueden ejercer su derecho de una vivienda digna en la cual habitar.

Es por estas razones que se considera que al presentar un anteproyecto de vivienda que pueda ser accesible y brinde las comodidades necesarias de habitabilidad ayudando adicionalmente a la preservación del ambiente ya que el bambú es un material orgánico que tiene un impacto mínimo en el entorno; favorecerá a la disminución del creciente déficit habitacional y desplazará la utilización de sistemas constructivos tradicionales que debido a su alto costo están fuera del alcance de la mayor parte de la población.

Por tanto, la formulación del problema se plantea de la siguiente forma:

¿La falta de explotación del bambú como material de construcción genera que la población no tenga una alternativa de vivienda más accesible?



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Realizar un anteproyecto arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de bambú, en el archipiélago de Solentiname, municipio de San Carlos, Río San Juan de Nicaragua en el año 2018.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis formal, funcional y constructivo de dos modelos análogos que hayan usado el bambú como principal material de construcción.
- Realizar un diagnóstico del sitio y su entorno; donde se emplazará la propuesta de proyecto.
- Elaborar una propuesta de diseño de tres modelos de vivienda usando bambú guadua como principal material de construcción.



II. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

A través de los años en Nicaragua se ha estudiado el bambú y su factibilidad como material de construcción; ya sea desde sus propiedades físico-mecánicas para comprobar su resistencia en comparación con otros materiales constructivos, hasta su implementación como sistema constructivo en el diseño de viviendas de interés social dando como resultado documentación que recopila toda esta información. Estos aportes se presentan de la siguiente manera:

- Castro Hernández, Ana Berena (2014). *Estudio de factibilidad para la construcción de viviendas de interés social con el sistema constructivo de bambú en el municipio el Tuma-la Dalia, Departamento de Matagalpa*. Tesis monográfica. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Managua, Nicaragua.

Se propuso un diseño de vivienda de interés social a base del sistema constructivo del bambú en el departamento de Matagalpa, indagando en sus características físico-mecánicas para su utilización en viviendas de interés social y se identificaron los procesos técnicos, económicos y ambientales para determinar la factibilidad del proyecto.

La investigación es de tipo exploratorio por tratarse de un primer acercamiento a un estudio de factibilidad para la construcción con bambú teniendo como universo la vivienda de interés social apoyándose con medios de recolección de datos como encuestas, fotografías y entrevistas.

Uno de los inconvenientes que se planteó en la investigación, fue la falta de materia prima en la zona, sin embargo esto permitió que se desarrollara un análisis sobre las potencialidades del municipio en relación con las



condiciones de esta planta, lo que verificó que era óptimo para su crecimiento, valorizando así, las condiciones climáticas de la zona para la reforestación con bambú, que posteriormente se utilizaría como materia prima para la ejecución del proyecto presentado. Se presentó información investigativa sobre las características tanto generales del bambú, como físicas y mecánicas de cada una de las especies que fueron seleccionadas para el diseño de vivienda, con el fin de obtener el mayor aprovechamiento de las mismas.

El estudio de tesis, además del diseño de vivienda tenía como principal objetivo determinar su factibilidad, utilizando el bambú como sistema constructivo, obteniendo resultados satisfactorios durante su análisis y demostrando su rentabilidad para proyectos habitacionales. De acuerdo a los criterios que establecen los indicadores de rentabilidad, el proyecto se encuentra entre los rangos óptimos para que sea realizado.

- Alemán Pérez, Iris Karlesky y Hernández Fletes, Ever Ulises (2012). *Propuesta de Anteproyecto Arquitectónico de Vivienda de Interés Social con Sistema Constructivo de Bambú”, en el Barrio Camilo Chamorro, Departamento de Managua*. Tesis monográfica. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua, Nicaragua.

La realización de este trabajo constituye una propuesta de vivienda de interés social a base de Bambú, el cual consiste en un diseño arquitectónico y constructivo que sea cómodo, funcional y económicamente accesible a la población con menos recursos y que presenta una vía adecuada para mejorar las condiciones de vida.

El anteproyecto se ubica en la ciudad de Managua, Barrio Camilo Chamorro, su establecimiento contempló un análisis de sitio, para



comprobar si era un lugar adecuado para el emplazamiento de este tipo de edificación, obteniendo resultados satisfactorios.

La investigación es de carácter descriptivo, ya que se delimita en hechos que conforman el problema de investigación teniendo como universo las personas de bajos recursos económicos apoyándose con medios de recolección de datos como la observación, las entrevistas y análisis estadístico como el censo poblacional y habitacional.

Se diseñó una vivienda con los ambientes básicos requeridos para la correcta y cómoda realización de las actividades de sus habitantes, basándose en medidas mínimas propuestas por los reglamentos de nuestro país, según las normas mínimas de dimensionamiento habitacional que se encuentran contenidas en la cartilla de la construcción.

Se presentó un estudio comparativo entre los diferentes sistemas constructivos que actualmente se utilizan para la realización de viviendas sociales demostrando que el costo de adquisición es más elevado que el de una vivienda hecha de bambú, y la escasez del material es lo que lo encarece su costo debido a la composición del material.

- Cordero López, Jerald Giovany; Gichtters Rivera, Albert Josué y Téllez Urbina, Milder Javier (2009). *Capacidad resistente del bambú Guadua Amplexifolia, para propósitos constructivos*. Tesis monográfica. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua, Nicaragua.

La realización de este trabajo se basó en determinar las características de resistencia mecánica y módulo de elasticidad del bambú Guadua Amplexifolia, nativo de Nicaragua, para usos constructivos. Estableciendo parámetros de resistencia mecánica del bambú Guadua Amplexifolia a



cortante, compresión, tracción paralelo a fibra y tracción perpendicular a la fibra para poder determinar el módulo de elasticidad del bambú, por medio de la curva esfuerzo-deformación y presentar una comparación entre los valores de resistencia mecánica de la *Guadua Amplexifolia*, con respecto a las maderas establecidas en el Reglamento Nacional de Construcción y la *Guadua Angustifolia*.

Se concluyó que el bambú *Guadua Amplexifolia*, es un material apto para la construcción ya que posee características similares al bambú *Guadua angustifolia* usado normalmente en la construcción en otros países de América y Asia. El cual posee una alta resistencia a tracción y compresión paralelo a sus fibras, es un material con un grado de rigidez alto debido al módulo de elasticidad que presenta a compresión y tracción cuyo valor del módulo elasticidad es de 11,487.7 kg/cm² y 130,560 kg/cm² respectivamente.

El esfuerzo admisible a compresión es 101.4 kg/cm², que es un valor aceptable comparándolo con maderas usualmente en la construcción, estando por encima de maderas como pino, cedro real, genízaro, que son maderas usualmente utilizadas en la construcción. El esfuerzo admisible a tracción paralela a la fibra es de 123.4 kg/cm² lo que lo hace un material muy resistente debido a que su valor a tensión supera el esfuerzo de las maderas utilizadas en el reglamento nacional de la construcción. El esfuerzo admisible a cortante es de 18.5 kg/cm² encontrando que posee una resistencia al cortante mayor que el *Guadua angustifolia* que es 11 kg/cm².

El *Amplexifolia* es débil al ser expuesto a tracción perpendicular su esfuerzo admisible a tracción perpendicular a la fibra es 3.2 kg/cm² es un valor muy bajo debido a su composición tubular que es hueco en su interior.



La aplicación de los parámetros de resistencia mecánica de la guadua *Amplexifolia culpe* con los criterios de diseños empleados en la construcción haciéndolo un material apto y utilizable como sistema constructivo.



2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.2.1 La Vivienda en Nicaragua

Luego del terremoto de 1972, muy pocas personas en la capital y las principales ciudades eran propietarias de sus viviendas; siendo la mayoría víctima de un corrupto sistema de alquileres donde se carecía de los servicios básicos y las condiciones de vida adecuadas. Esta situación se agravó en los siguientes años debido a la acelerada urbanización impuesta por las políticas agrarias del somocismo.

El censo nacional de 1971 muestra que el 60% de la población tenía viviendas con suelos de tierra, el 40% no tenía acceso a agua corriente y casi un 50% no tenía servicios higiénicos, ni siquiera letrinas. El 70% de la población vivía en casas con uno o dos cuartos y la cuarta parte de la población compartía su habitación con otras cuatro personas de la familia.

Una de las primeras medidas tomadas por la revolución para mejorar la situación habitacional legada por gobiernos anteriores, fue la creación del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MINVAH); surgido en Agosto de 1979. Se empezó a trabajar en una nueva concepción de la vivienda donde, se consideraría la vivienda como un bien básico y primario.

El gobierno revolucionario insistió también en que los proyectos de vivienda, y en general toda la política de vivienda, debían responder a las necesidades productivas del país y a la real situación económica, no aislándolos de una planificación nacional.

Las más serias limitaciones que afectarán a cualquier futuro programa de vivienda son la situación de crisis económica y el incremento de la población que se aglomera en los pequeños centros urbanos presionando sobre una infraestructura



de servicios demasiado frágil y contribuyendo escasamente a la producción. La continua aparición de asentamientos espontáneos en Managua y otras áreas urbanas agudiza a diario el problema.

(Grupo Envío, 1988)

A pesar del esfuerzo que el Gobierno y la empresa privada han hecho en los últimos años con la construcción anual de entre 7,000 y 10,000 viviendas. Este número de casas es insuficiente para dar solución a las casi 15,000 nuevas familias que cada año se suman a la demanda histórica de viviendas, calculado en 700 mil. y aunque la Ley de Construcción de Vivienda de Interés Social (Ley 677, aprobada en abril de 2009), ha permitido al sector construcción y urbanizadoras levantar cabeza y dinamizar su actividad, ambos sectores coinciden en que todavía se requiere de un mayor impulso para resolver este problema que lastra a las familias nicaragüenses. (Hábitat para la humanidad. 2008)

De hecho se calculan que para dar una respuesta real al problema de vivienda en Nicaragua se necesita construir entre 15,000 y 25,000 casas anuales, es decir entre cinco mil y 15,000 casas más de las que actualmente se están edificando. Se estima que si la demanda anual dejara de crecer, y se continúan construyendo el número de casas que se está haciendo cada año, se necesitarían aproximadamente más de 70 años para suplir todo el déficit histórico acumulado. Aunque la Ley 677 ha permitido que familias con ingresos mínimos mancomunados de 12,000 córdobas puedan obtener una casa de bajo costo, y según el Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (Invur) en 2010 cuatro de los principales bancos de Nicaragua autorizaron 1,242 créditos hipotecarios para financiar viviendas de interés social por un monto de 23.59 millones de dólares no ha sido suficiente para hacerle frente a la demanda habitacional. (Déficit de Viviendas en Nicaragua Crece Aceleradamente, 2008)



Los empresarios reconocen que se ha dinamizado la compra de casas cuyo precio asciende hasta 30,000 dólares. Esto ha sido posible porque el Gobierno destinó 45 millones de dólares del Instituto Nicaragüense de Seguridad Social para que las tasas de este segmento de precio bajaran a un ocho por ciento beneficios brindados por la ley 677. En los últimos dos años las urbanizadoras han aumentado las ventas de viviendas de este tipo, lo que refleja el dinamismo que esta iniciativa habitacional ha inyectado al sector “pese a que el aumento de los materiales de construcción han venido escalando”. Sin embargo, por ahora el impacto de la construcción de viviendas sociales no ha tenido el efecto “que se esperaba” en la venta de materiales de construcción aunque se estima que los vendedores de materiales de construcción tienen capacidad para abastecer la construcción de hasta 25,000 casas anuales. (La Prensa, 2012)

2.2.2 Las Viviendas de Bambú en Nicaragua

En Nicaragua, el bambú nunca se había considerado seriamente como un material de construcción. La vivienda de caña o de bambú era considerada para construcciones menores como ranchos, pero nadie se aventuraría a vivir en una vivienda de este material. Cuando en los primeros años de la revolución, el gobierno sandinista decidió financiar viviendas para los habitantes de Monimbó, barrio indígena de Masaya, donde históricamente se construyó con caña, lo primero que exigieron los monimboseños fue que las nuevas casas no fuesen de bambú. Sólo aceptaban viviendas de concreto. Fue tanta la oposición y la resistencia al bambú que hizo el pueblo nicaragüense, que algunas exitosas investigaciones que estaba desarrollando el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos tuvieron que ser interrumpidas y luego fueron olvidadas.

En 1990 construyeron en la plaza principal de Monimbó un kiosco de bebidas, con una zona cubierta para protegerse del sol y la lluvia, hecho todo con bambú. Se planteó la posibilidad de desarrollar construcciones de bambú en todo el parque,



con juegos infantiles, áreas de descanso y otros detalles, queriendo hacer del lugar un espacio encantador. Sin embargo, ante la oposición del alcalde hacia este material ordenó la sustitución de dicha construcción argumentando obras de progreso.

(Grupo Envió, 1994)

Es hasta el año 2008 que el bambú empieza a resurgir en nuestro país como sistema constructivo, impulsado por unos cuantos inversionistas extranjeros que vieron la factibilidad que posee el desarrollo del bambú en Nicaragua. En el año 2009 se inician los diálogos con el gobierno, el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR); así como con el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) para explicar la riqueza de este material en las montañas del país y que nadie estaba utilizando.

Con la supervisión y el aval de las entidades gubernamentales se iniciaron las primeras plantaciones de 60 mil árboles de bambú. En 2011 se incorpora el bambú en la nueva cartilla de la construcción del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) como un nuevo sistema constructivo ejecutándose el primer proyecto de construcción de 82 viviendas de 34m² para el proyecto de reconstrucción post huracán Félix en Rosita, la RAAN (Región Autónoma del Atlántico Norte) como parte de una obra social financiada por una organización no gubernamental española. Y en 2012 se realiza el segundo proyecto de 60 viviendas de 34m² en Puerto Cabezas, con fondos del Banco Mundial.

(El Nuevo Diario, 2013)



2.2.3 Base Teórica Conceptual de Bambú en la Construcción de Viviendas.

Guadua angustifolia: Es una especie botánica de la subfamilia de las gramíneas Bambusoidae, que tiene su hábitat en la selva tropical húmeda a orillas de los ríos. Propia de las selvas sudestes venezolanas, y se extiende por las selvas de las Guyanas; y en Brasil, Colombia, Guyana, Perú, Surinam. Desde San Ángel en México, pasando por Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá hasta el sur de Argentina y Uruguay, exceptuando Chile y las islas del Caribe, la guadua crece en todos los países de América Latina y en buena parte de los países asiáticos. (Manual de Construcción con Bambú, 2004).

En Nicaragua, esta especie crece de forma natural principalmente en toda la región del caribe debido al clima tropical húmedo de la zona; sin embargo existe cultivo de bambú en otras zonas del país como lo es Chinandega, Carazo y Rivas (*Ver Anexos: Ilustración V-1*). (El Nuevo Diario, 2012)



Tabla II-1: Generalidades de la Guadua

GUADUA			
Nombre Común		Guadua	
Nombre Científico		Guadua Angustifolia	
Familia		Gramíneas	
Tribu		Bambuseae Vrae	
Subgénero		Bambusa	
Hábitat		0 msnm – 2200 msnm	
Precipitación		Superior a 1200 mm/año	
Humedad Relativa		75 % - 85 %	
Desarrollo Óptimo	Altitud	900 msnm – 1600 msnm	Estas Propiedades son factores determinantes en la dimensión del Diámetro y la Altura de la Guadua Angustifolia Kunth.
	Precipitación	2000 mm/año – 2500 mm/año	
	Temperatura	20 °C – 26 °C	
Formas		Guadua Castilla	
		Guadua Macana	
		Guadua Cebolla	
Variedades		Guadua Bicolor	Verde rayada y amarilla
		Guadua Negra	El gen determinante no se ha adquirido totalmente

Fuente: Elaboración Propia



- **Características entre Variedades de Guadua**

Tabla II-2: Características de las distintas formas de la *Guadua Angustifolia* Kunth.

CARACTERÍSTICAS DE LAS DISTINTAS FORMAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH		
Guadua Castilla	Guadua Macana	Guadua Cebolla
Diámetros Grandes: 180 mm – 350 mm	Diámetros Pequeños: 70 mm – 150 mm	Diámetros Pequeños y Uniformes: 100 mm
	Espesor: 12 mm	Espesor: 10 mm
Se desarrolla en suelos húmedos y ricos en nutrientes	Se desarrolla en suelos con pocos nutrientes con humedad baja	Se desarrolla en suelos ricos en nutrientes con alta humedad
	El suelo debe presentar pendientes pronunciadas	El suelo debe presentar pendientes bajas

Fuente: Elaboración Propia



- **Morfología**

(Ver Anexos: Ilustración V-2)

Tabla II-3: Partes de la Guadua Angustifolia.

PARTES DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH	
Rizoma	Es un tallo modificado, subterráneo, que conforma el soporte de la planta. Es el lugar por donde la guadua absorbe los nutrientes. Se ha utilizado en estabilización de las laderas y prevención de la erosión producida por escorrentía, vientos fuertes y desmoronamiento.
Cepa	Es la parte del culmo con mayor diámetro y espesores de pared mayores; Posee una longitud de 4 metros. Las distancias de cañutos son las más cortas y en la construcción se les utiliza como columnas.
Basa	El diámetro es intermedio y la distancia entre nudos es mayor que en la cepa; es la parte del culmo de la guadua que más se utiliza; tiene una longitud aproximada de 11 metros.
Sobrebasa	El diámetro es menor y la distancia entre nudos es un poco mayor, comparado con la basa, la longitud es de aproximadamente cuatro metros.
Varillón	La sección tiene un diámetro pequeño y la longitud es de unos tres metros aproximadamente.
Copa	Es la parte apical de la guadua, con una longitud entre 1.20 a 2.00 metros.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Ventajas**

El bambú guadua es un material muy versátil que posee excelentes cualidades que lo destacan de otros materiales:

- Bajo Costo
- Visualmente Atractivo
- Liviano
- Altamente Renovable
- Resistente
- Flexible
- Rápido Crecimiento.



2.2.4 Cultivo y Manejo del Bambú en Nicaragua

En países como India, China y Japón se han desarrollado tecnologías avanzadas para el cultivo y el manejo del Bambú. En Nicaragua el cultivo del bambú se ha desarrollado de manera muy artesanal; sin embargo con la globalización se han venido adaptando nuevas tecnología y métodos para garantizar el uso adecuado de esta planta y su preservación. (Alemán Pérez, Iris Karlesky y Hernández Fletes, Ever Ulises, 2012)



Ilustración II-1: Cultivo y Manejo de la Guadua. Fuente: Elaboración Propia



- **Propagación**

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)

La regeneración del bambú ocurre a través de rizomas, semillas y ramas laterales enterradas.

1. **Por Semilla:** La posibilidad de propagar bambúes por semilla no es un método práctico debido a los largos ciclos de semillación de los bambúes y la dificultad de obtener semillas en algunos de ellos; sin embargo se ha aplicado para algunas especies de bambú como *Dendrocalamus Strictus*. En Nicaragua, las semillas de algunas especies como *Guadua Angustifolia*, presentan porcentajes altos de germinación, 95 – 100%, sin embargo la posibilidad de que esta especie produzca semillas es escasa ya que un alto porcentaje de los flósculos de la espiguilla son parasitados en estado inmaduro por larvas de insectos principalmente de los órdenes *Dipteria*¹ e *Hymenoptera*².
2. **Rizomas con segmento de tallo:** Es considerado como el mejor método de propagación, sin embargo no es recomendado para plantaciones a gran escala por lo pesado y difícil del transporte. En Nicaragua, este método ha sido implementado por diferentes organizaciones ambientales para las reforestaciones con *Guadua Angustifolia*, mediante el uso del “chusquín” y se considera el método más ventajoso por la facilidad de obtención del material, alta eficiencia y economía. El “chusquín” es un brote delgado que sale de una yema superior del rizoma, y se extrae con un segmento de tallo y un trozo de rizoma basal. A diferencia de muchas especies de bambúes

¹ **Los dípteros** (Diptera, gr. "dos alas") son un orden de insectos neópteros caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas. Este orden incluye animales tan conocidos como las moscas, mosquitos y los tábanos y muchos otros menos familiares.

² **Hymenoptera**, es uno de los mayores órdenes de insectos, con unas 200.000 especies, y comprende a las hormigas, abejorros, abejas y avispas entre otros. El nombre proviene de sus alas membranosas



asiáticos, un plantón de guadua *Angustifolia* se caracteriza por la alta emisión de “chusquines”.

3. **Segmentos de culmo:** Es efectivo para propagar bambúes de gran tamaño y de pared gruesa. Se observó que se debe utilizar culmos de un año de edad, y segmentos de culmo con uno o dos nudos por segmento; la siembra es mejor horizontal que vertical u oblicua, y se deben enterrar a 20 cm de profundidad, regando dos veces al día. Este método no es ventajoso por su costo y por la limitación de usar culmos de un año, los cuales pueden ser usados para otros propósitos.
4. **Segmentos de ramas:** Este método es útil, práctico y efectivo, además de ser fácilmente manejable. El enraizamiento es eficiente en un medio de cascarilla de arroz y carbón. La eficiencia del enraizamiento varía en cada especie y depende del tamaño del culmo y del grosor de la pared. Los bambúes de pared gruesa poseen una mayor emisión de brotes y mejor enraizamiento probablemente debido a una mayor reserva de alimento.
5. **In vitro:** Este sistema de propagación se realiza en el laboratorio, bajo condiciones asépticas y mediante el uso de embriones de semilla o yemas auxiliares. Este método no es utilizado en Nicaragua aun.

- **Siembra**

Los bambúes se pueden cultivar fácilmente, sin embargo, hay que determinar el objetivo, bien sea si es comercial, conservacionista u ornamental. En las plantaciones con propósito comercial se recomienda distancias más amplias de siembra entre surcos que entre plantas con el fin de lograr una mayor incidencia de los rayos solares sobre el cultivo. Para la guadua *Angustifolia* se han recomendado distancias de siembra ideales distanciando los surcos entre 6 y 10 metros. En las plantaciones con fines netamente conservacionistas se debe



sembrar en barreras con distancias más cortas entre surcos y entre plantas. (Manual de Construcción con Bambú, 2004)

- ***Limpieza***

Los bambúes son plantas heliófilas por excelencia, por eso para su buen desarrollo es muy importante el control de malezas en la primera fase de crecimiento. En el caso de la guadua *Angustifolia*, durante los primeros años de cultivo se puede asociar con frijol, maíz, soya u otros cultivos, lográndose de esta manera mantener la plantación libre de malezas y lograr un ingreso extra para el agricultor. Sin embargo debido al rápido crecimiento de la guadua, esta asociación no es recomendable por un tiempo mayor de dos años; tampoco se recomienda cuando se utilizan distancias de siembra cortas. (Manual de Construcción con Bambú, 2004)

- ***Fertilización***

Por ser una gramínea responde rápido a la aplicación de urea y abonos orgánicos. La dosis a aplicar debe estipularse para cada terreno con base en el análisis químico de suelo. Las aplicaciones de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo, potasio y boro son necesarias para el buen desarrollo de la guadua *Angustifolia* considerando siempre los requerimientos del suelo. (Manual de Construcción con Bambú, 2004)

- ***Aprovechamiento***

La explotación sistemática y regular, incrementa la producción de culmos y facilita la cosecha, mientras que la explotación excesiva y continua, reduce la producción de culmos y conduce a la extinción del cultivo. En el caso de la guadua *Angustifolia* se ha comprobado que en un período de 5 a 7 años, la especie alcanza su pleno desarrollo con producción de guadas catalogadas como comerciales. A partir de este momento se debe seguir un plan de



aprovechamiento y mejoramiento igual al recomendado para guaduales naturales. (Manual de Construcción con Bambú, 2004)

- **Corte**

La época ideal para cosechar el bambú es durante el período seco ya que la emisión de brotes en esta época es baja y el contenido de humedad de los culmos también, lo que facilita el transporte y reduce la aparición de plagas y enfermedades post – cosecha. (Manual de Construcción con Bambú, 2004)

Tabla II-4: Corte del Bambú.

		Observaciones
Según Creencias	Se debe cortar la guadua angustifolia en cuarto menguante en las horas de la madrugada	<ul style="list-style-type: none">– Mayor resistencia al ataque de los insectos Xilófagos³.– Aumentan notablemente sus propiedades mecánicas.
Edad de Corte	Hasta 2 años de edad.	La guadua angustifolia es más vulnerable al ataque de los insectos.
	De 3 a 6 años de edad.	Es la edad óptima para utilizar la guadua angustifolia en construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Curado**

Es el procedimiento (generalmente físico o natural) que se realiza para que la guadua sea menos propensa al ataque de insectos.

³ **Xilofagia:** es un término usado en ecología para describir los hábitos de un consumidor primario cuya dieta consiste principalmente (a menudo exclusivamente) en madera.



1. **Curado en la mata:** Después de cortadas las guaduas se dejan en el guadual con ramas y hojas recostadas sobre otras guaduas lo más verticalmente posible y aisladas del suelo por una piedra. Se deja en esta posición durante un mes; después se retiran las ramas y se deja secar en un lugar ventilado. En experimentos realizados en Puerto Rico en 1940, se encontró que los tallos tratados en la mata eran un 91.6% menos propensos al ataque de insectos que los no tratados.
2. **Curado por inmersión en agua:** Consiste en sumergir las guaduas después de cortadas en un estanque o en un río por menos de un mes. Es el menos recomendable de los sistemas de curado ya que las guaduas se manchan y se vuelven quebradizas.
3. **Curado al Calor:** Este sistema de curado es muy eficiente ya que se obtienen guaduas secas en corto tiempo. Consiste en poner las guaduas de forma horizontal sobre brasas a una distancia prudente para que no se quemen; las cañas se deben rotar para que con la diferencia de temperatura no se vayan a producir agrietamientos.

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)

- **Preservación**

Es el procedimiento (generalmente químico) que se realiza para que la guadua sea menos propensa al ataque de insectos, la humedad y el sol.

1. **Método de inmunización Boucherie Modificado:** Consiste en aplicar una solución química a presión a los tallos recién cortados para reemplazar la sabia de estos, quedando impregnados y protegidos contra los insectos. Este sistema también sirve para proteger contra el fuego si se utilizan los químicos adecuados.



2. **Tratamiento por inmersión:** Consiste en sumergir las guaduas en un estanque lleno de químicos donde se deja por un día. Al igual que el anterior sirve contra insectos y fuego.
3. **Inmunización con humo:** Las guaduas son metidas en una cámara de humo donde se dejan hasta que alcancen una humedad del 10%. Se afirma que el humo produce la cristalización de la lignina, trayendo como consecuencia una mayor resistencia al ataque de insectos, impermeabilidad y mejores propiedades mecánicas.
4. **Protección con resinas y aceites:** Para proteger las guaduas contra el sol es muy común aplicarles pinturas de colores o barnices transparentes, o asegurarse de que los aleros las protejan. Los efectos que tiene el sol sobre las guaduas son la pérdida de color y agrietamientos por tensiones internas debidas al cambio adiabático de temperatura. Contra la humedad también se recomienda la pintura de aceite, pero si son guaduas que van a permanecer expuestas a la intemperie o enterradas es recomendable hacerles un recubrimiento con asfalto líquido.
5. **Tratamiento por inyección:** Consiste en inyectar los cañutos con una solución de ácido bórico y bórax con una relación de 2% y 1% respectivamente en agua.

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)



- **Plagas, Enfermedades y Daños**

Se sabe que durante la fase de renuevos es cuando el bambú sufre más el ataque por parte de coleópteros, saltamontes, termitas y áfidos, los cuales perforan los culmos; también se sabe que los roedores, los micos, las ardillas y las cabras, roen los rizomas y/o se comen los renuevos y que el ganado, come y destruye con el pisoteo los brotes nuevos. Los culmos adultos raras veces son atacados por coleópteros sin embargo cuando están sobremaduros son atacados por una de las plagas más serias del bambú, el *Didnoderus minutus*, considerado la mayor amenaza para el bambú cortado.

En el caso específico de la *guadua angustifolia*, se conoce de dos plagas importantes que atacan la planta en su estado natural: el adulto del coleóptero *Pudichumus agemur* que perfora exclusivamente los renuevos, indispensables en la producción anual del guadua, y la larva de una mariposa de la familia *Arctidae* o *Megalophidae* que defolia los rodales en un 80% - 90% observándose sin embargo una rápida recuperación.

Los hongos afectan sobre todo el follaje; cuando atacan los culmos en su fase juvenil se observa una coloración especial. Bajo condiciones excesivas de humedad los hongos pueden atacar mortalmente al rizoma. Otra fuente seria de daño en las poblaciones de bambú es el fuego. La quema de pastizales para el cultivo es una causa real del deterioro de los guaduales.

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)



2.2.5 Propiedades Físico – Mecánicas de la Guadua

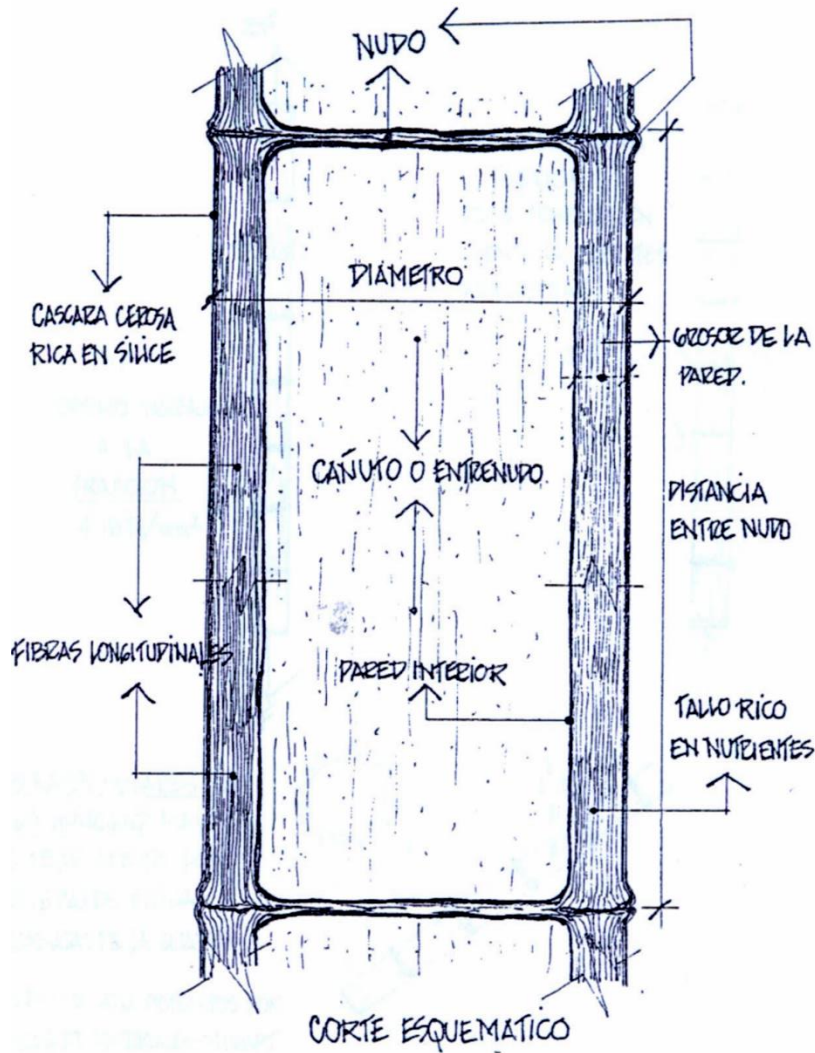
- **Propiedades Físicas**

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)

El Bambú posee una estructura de ejes vegetativos segmentados por nodos sólidos, que crecen verticalmente hasta su altura máxima entre 30 y 80 días según la especie. Su tallo a diferencia de los árboles, es hueco aunque dividido por los tabiques y se denomina culmo o caña.

Sin embargo, el bambú nace con el máximo diámetro que tendrá de por vida, el cual disminuye con la altura pero no aumenta con los años. Es una planta perenne: cuando se tala, nace otra planta.

La estructura anatómica del culmo tiene una parte interior gruesa y altamente lignificada, mientras que la exterior está recubierta de cera de la que se deduce su resistencia a la absorción de agua. Sus fibras proporcionan la resistencia a la pared y son largas, rectas y afiladas, con una estructura polilaminar, que trabaja con la máxima capacidad en la dirección longitudinal y se comportan dentro de la pared como barras de acero en el hormigón armado, al que ayudan a rigidizar los nudos.



Su tallo leñoso, está cubierto por una epidermis dura rica en sílice que protege da la evaporación del agua. Rectitud, espesor, resistencia, modulación, liviano, textura y colorido, son características de un tallo de guadua.

La zona Inmediata a la epidermis está llena de haces fibrosos por lo que es la más resistente.

Ilustración II-2: Sección Longitudinal de una caña de Guadua.

Fuente: Arcila Losada, Jorge. 1993. El Bambú como Material de Construcción. Tesis Doctoral.

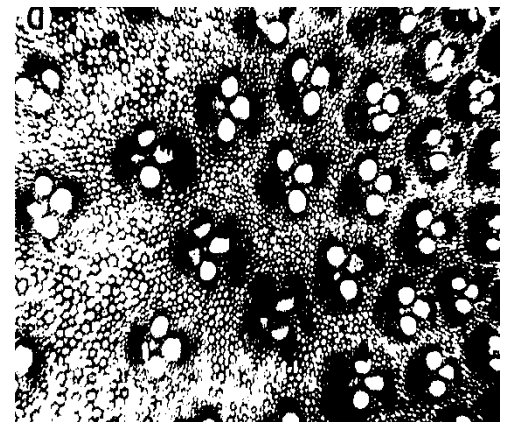
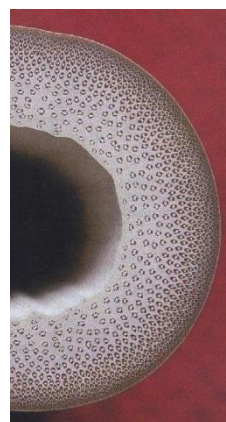
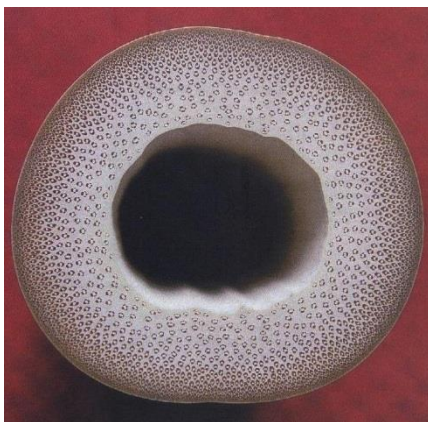


Ilustración II-3: Sección Transversal de una caña de guadua, ampliación de la zona inmediata a la epidermis.

Fuente: Arcila Losada, Jorge. 1993. El Bambú como Material de Construcción. Tesis Doctoral.



- **Propiedades Mecánicas**

(Manual de Construcción con Bambú, 2004)

El bambú es un producto de la naturaleza con características extremas debido a su tamaño, ligereza, firmeza y solidez. La guadua es altamente resistente a la compresión paralela a las fibras y se manifiesta claramente en muchos usos como: columnas, postes, puntales, bajantes, apoyos y todos aquellos casos donde es sometida a cargas.

La resistencia a la flexión que se presenta en partes estructurales como vigas, trabes, soportes y la respuesta a la tracción, también son propiedades muy importantes que todo diseñador o constructor deben conocer, al usar la guadua en la construcción.

Uno de los problemas actuales sobre las características físico-mecánica de la guadua es que la documentación de dichas investigaciones no se encuentra homologada; advirtiéndose que éstos no corresponden a los valores límites sino a los valores de diseño:

Datos técnicos del bambú:

- 1) Compresión. Sigma: 18 N/mm², Lamda: 0 , Módulo de Elasticidad: 8.400N/mm².
- 2) Tensión. Sigma: 4 18 N/mm², Módulo de Elasticidad: 19.000 N/mm².
- 3) Flexión: Sigma 18 N/mm², Módulo de Elasticidad: 17.900 N/mm².
- 4) Cortante: Tau - sin cemento en el cañuto - 1.1 N/mm².
- 5) Peso Específico: 790 Kg/M³.

A manera comparativa - una varilla de hierro de 1 cm² de sección - menos de ½" - resiste a la tracción 40 KN. (Kilo Newtons); una guadua con una sección de 12 cm² resiste 216 KN. Por ello se le denomina: "acero vegetal".



La guadua trabaja muy bien a la flexo compresión y a la tracción, en éste último el problema es como sujetarla eficientemente; trabaja muy mal a la flexión y al aplastamiento perpendicular a su longitud; por consiguiente las estructuras de guadua deben calcularse como barras articuladas en los empates; pues en ninguno de éstos nudos puede considerarse como una estructura aporticada o un empotramiento.

2.2.6 Sistema Constructivo Bambú Guadua

(Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI], 2011)

- **Cimientos**

La construcción con postes de bambú, en lugar de materiales comunes y convencionales para la construcción de casas económicas, deben ser tratados con algún producto químico preservativo. Tales postes pueden durar muchos años, en promedio de 15 a 20 años. Aunque no hay datos experimentales, es razonable esperar que las clases duraderas de cañas de bambú puedan durar un tiempo mayor, hincadas en el suelo y debidamente curadas.

Mientras se estudian tratamientos más convenientes y económicos para la preservación del bambú en condiciones de contacto con la tierra húmeda, se considera conveniente emplear, para los cimientos, algún material que sea mejor que el bambú no tratado; por ejemplo, el hormigón, la piedra, el ladrillo o alguna madera dura.



*Foto II-1: Columna de Bambú compuesta
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*



Si se emplea el bambú como soporte en casas de bajo costo, las cañas deberán tener los diámetros mayores y paredes más gruesas y nudos más próximos, para proporcionar un máximo de resistencia al pandeo. Cuando no se puedan obtener piezas grandes de bambú es conveniente emplear pequeñas cañas de bambú, con características estructurales adecuadas, amarradas y formando pilares compuestos (*Ver Foto II-1*).

- **Pisos, puertas, ventanas y cielos**

Existe una gran variedad de opciones para la fabricación de estos elementos de la construcción, pudiendo ser del mismo material de bambú o de un entrelazado de tiras de bambú dispuestas sobre una estructura de cañas del mismo material o un panel de bambú colocado sobre un cuadro de madera dura, como también de robusto portón construido con barrotes o cañas de bambú (*Ver Foto II-2*).



Foto II-2: Puertas y Ventanas de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.

El cielo raso puede formarse con una serie de cañas delgadas colocadas en serie y apretadas; o con una serie de listones obtenidos por fajamiento de cañas grandes. En muchas regiones la vara de bambú se utiliza como cielo raso (*Ver Foto II-3*).

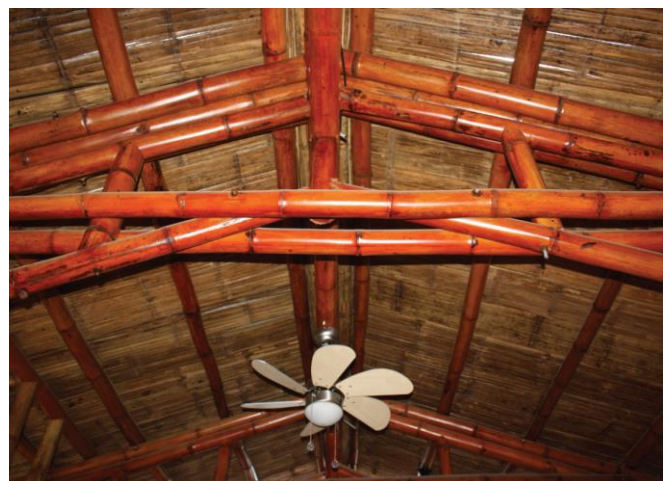


Foto II-3: Cielo Razo de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.



- **Techo**

A causa de su alta resistencia se usa el bambú, con excelentes ventajas, en los elementos estructurales de la construcción del techo. Al diseñar el techo debe tenerse en cuenta la naturaleza del peso de la cubierta que va a ser empleada, ya sea de paja, hojas de palmera, medias cañas de bambú, tejas de bambú, zinc galvanizado ondulado, fibrocemento, entre otros. No se recomienda tejas de barro por su excesivo peso. Las dimensiones, orientaciones y esparcimiento de las cañas estructurales individuales que soportan la cubierta del techo, varían de acuerdo con las necesidades de cada caso (*Ver Foto II-3*).

- **Uniones**

Las uniones en la construcción de viviendas con bambú es uno de los aspectos más importantes en su desarrollo, aunque existe una gran variedad de estas. Se algunos ejemplos de estas técnicas; entre las más comunes estan:

1. **Entalladuras:** Para unir el extremo de una caña rolliza con otra, es necesario moldear aquel extremo de acuerdo al diámetro de la otra y al ángulo de acople, de tal manera que la unión quede fuerte y fija. Se distinguen dos tipos básicos de entalladuras: boca de pescado y pico de flauta. Antes de moldear la entalladura se traza su forma sobre el extremo de la caña.



Boca de pescado



Boca de pescado con 'oreja'

Boca de pescado: La “boca de pescado” se utiliza para unir el extremo de una caña rolliza a otra perpendicular. Para obtener una unión más fija se puede modelar una “oreja”, que es un segmento corto de caña ubicado en el punto más bajo de la boca, y que sirve para insertar en una perforación de la otra caña. Debe ser realizado a 2 o 3 cm. del nudo inmediato inferior. Para hacer este tipo de



entalladuras, se requiere mazo y formón. También se los puede realizar con sierra de copa o caladora.

Pico de flauta: Para unir el extremo de una caña rolliza a otra, con un ángulo diferente a 90 grados, se debe utilizar la entalladura “pico de flauta”. Una característica del pico de flauta, es que siempre queda una parte del extremo intacto (sin cortar). También esta entalladura puede contar con una “oreja” para una unión más fija.



Pico de flauta



Pico de flauta con 'oreja'



1 Moldeando boca de pescado



2 Aplicación de boca de pescado



3 Trazando y tallando pico de flauta



4 Aplicación de 2 picos de flauta



5 Boca de pescado y pico de flauta

Foto II-4: Proceso de entalladura del Bambú
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador

Alternativas



Existen otras formas de unir cañas sin usar entalladuras, pero son mas complejas y cotosas



1. Uniones Empernadas e Inyectadas:

Cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos. Todos los vacíos o celdas a través de las cuales se atraviesan pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento (Ver Foto II-5).



*Foto II-5: Unión Empernada de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*

El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro de la celda. Puede prepararse el mortero de relleno, por volumen, utilizando una relación 1 a 0,5 entre el cemento y el agua y sin exceder la relación 4 a 1 entre el agregado fino y el cemento.



Para vaciar el mortero se perfora la guadua con taladro y se coloca con un embudo o con una pequeña bomba casera. Los pernos se pueden fabricar con barras de refuerzo roscadas en obra o con pernos comerciales de rosca continua.

Tipos de pernos utilizados para unir piezas de bambú *(Ver Foto II-6)*.



*Foto II-6: Tipos de Pernos en Uniones de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*



2. Uniones Longitudinales:

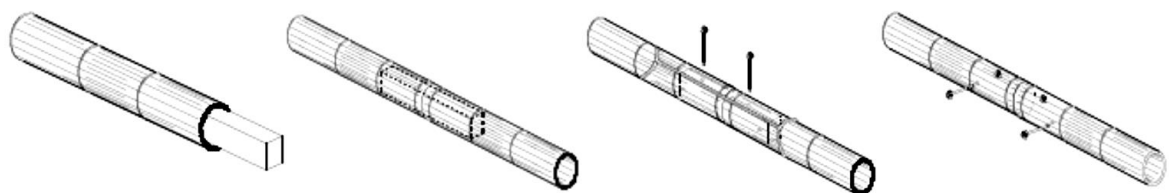
Para unir dos cañas longitudinalmente, se seleccionan bambúes de similar diámetro. Se realiza el corte de tal manera que la unión a realizar presente dos nudos cercanos.

Se eliminan los tabiques interiores de los extremos de las cañas a unir y se introduce una caña de menor diámetro o un segmento de madera en el extremo de una de aquellas. Se introduce el segmento de caña o madera en el extremo de la otra caña y se acoplan las dos, nudo a nudo.

Se aplica un torniquete de cuerdas sobre la unión a realizar y se colocan dos pernos, uno a cada lado de la unión, asegurándolo con tuercas y anillos. Se ubican y colocan dos pernos finales de tal manera que sean perpendiculares a los anteriores y se realiza el ajuste con tuercas y anillos (Ver Foto II-7).



Foto II-7: Posición de pernos en unión Longitudinal.
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



- 1 Insertar segmento de bambú o madera
- 2 Acoplar las dos cañas.
- 3 Sujetarlas mediante cuerdas y pernos
- 4 Ubicación de los pernos finales

Ilustración II-4: Proceso de Unión Longitudinal del Bambú
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



- **Uniones entre componentes**

1. **Unión Cimiento-Muro:**

Los muros deben estar conectados debidamente con la cimentación, sea directamente con las vigas de cimentación o con los sobrecimientos. Los muros de paredes repellados pueden fabricarse utilizando solamente elementos de guadua o combinando madera aserrada con elementos de guadua. Se recomienda que los marcos de los muros sean de madera aserrada.

Es de gran importancia que se cree un aislamiento del bambú con respecto al suelo, se puede utilizar un zócalo como sobrecimiento en las conexiones con los muros para aislar lo más posible la guadua del contacto con el suelo.

2. **Unión con soleras de madera aserrada:**

Cuando se utiliza madera aserrada para la viga sísmica o solera, la conexión con los cimientos o los sobrecimientos se debe realizar con barras roscadas, que atraviesan las soleras y se anclan con tuercas y arandelas.



*Foto II-8: Unión entre Cimiento y Columna con material Impermeable.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*

3. **Unión con soleras de guadua:**

Para muros fabricados solo con elementos de guadua, los muros deben conectarse a los cimientos utilizando los



elementos verticales, tal como se haría para conectar columnas de guadua. La guadua no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto. De tal manera, la guadua se apoya sobre un separador de metal u otro material impermeable (*Ver Foto II-8*).

Las fuerzas de compresión se transmiten a través del separador, por lo que debe apoyarse en forma continua contra la cimentación. Las fuerzas de tracción se transmiten a través de conexiones empernadas. Un perno atraviesa la primera o la segunda celda de la guadua. La celda atravesada o cualquier celda por debajo de esta, deben rellenarse con mortero. La celda atravesada debe tener un nudo en su extremo inferior. El perno se ancla al cimiento a través de platinas, barras con ojales o barras dobladas. Esta conexión resiste tracción. No es apropiada para resistir momento. Por lo tanto, no es necesario atravesar pernos en ambas direcciones.

El separador debe actuar como elemento resistente a corte, es decir, como tope para el movimiento horizontal entre el muro y el cimiento. Para ello, el separador debe abrazar el elemento de guadua. Debe existir un separador-retenedor por lo menos cada 4 m, o en las esquinas de muros o en los bordes de aberturas para puertas. El separador-retenedor debe ser una platina de acero con, por lo menos, 3,2 mm de espesor o 1/8 " de pulgada y la misma anchura de la guadua que retiene (*Ver Foto II-9*).



Foto II-9: Separador.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.

Las conexiones descritas anteriormente con los cimientos sirven también para anclar columnas formadas con más de una guadua (*Ver Foto II-1*).



- **Columnas y cubiertas**

1. **Columnas:**

Deben diseñarse para cargas verticales u oblicuas. Pueden construirse en guadua, evitando la acción directa del sol y del agua. Necesariamente deben aislarse del piso por medio de un dado y una unión (*Ver Foto II-8*).



*Foto II-10: Vista interna Vivienda de Bambú.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*

Columnas de guadua que deben de estar debidamente amarradas a las partes de la obra que le son complementarias como base-columna, columna-superficie de muro, columna-techo. Las columnas deben amarrarse entre sí y con los muros estructurales vecinos (*Ver Foto II-10*). Dependiendo de las cargas,

luces y proporciones de la edificación, pueden conformarse columnas con una, dos o más guaduas (*Ver Foto II-11 y II-12*).



*Foto II-11: Columnas de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*



Foto II-12: Columnas de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.

2. Cubiertas:

Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, para lo cual tendrán los anclajes y amarres requeridos. Los clavadores o los elementos que transmitan las cargas de la cubierta a las vigas de techo deben diseñarse para que puedan

transferir estas cargas, tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la viga corona o solera superior, que sirve de amarre de los muros estructurales. Luces o separaciones aceptables en la construcción con bambú son las mismas que para otros sistemas constructivos, menores o iguales a 4 m.



Foto II-13: Estructura de techo de Bambú.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.

Los clavadores pueden construirse en madera aserrada o guadua. Cuando los clavadores se construyen en guadua, los cantos en contacto directo con los muros o vigas de techo deben rellenarse de mortero de cemento fluido. Separaciones máximas recomendables en la construcción de cubiertas de bambú.



- **Entrepisos**

El entrepiso debe soportar las cargas verticales establecidas en el Reglamento de la Construcción 2007 y debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma. El entrepiso no se recomienda construirlo como una losa de concreto, sino que debe consistir en:

- (a) Vigas que soporten el recubrimiento o piso.
- (b) El recubrimiento que debe resistir la fuerza cortante. Pueden ser redes o mallas de guadua, alambrón y mortero de cemento o malla expandida, alambrón y mortero de cemento o de tablas de madera (*Ver Foto II-15*).
- (c) Las soleras o vigas coronas o vigas que enmarcan el diafragma y forman parte del sistema resistente en su plano, deben formar un diafragma que trabaje como un conjunto. Para ello, los elementos del entrepiso deben estar debidamente vinculados para asegurar el trabajo del conjunto. Sin embargo, no es necesario que el entrepiso funcione como un diafragma rígido (*Ver Foto II-14*).



Foto II-15: Entrepiso para una vivienda de Bambú
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.



Foto II-14: Vista Inferior de entrepiso
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



- **Muros o paredes repelladas**

1. **Muros estructurales arriostrados:**



*Foto II-16: Muro Estructural Arriostrado.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*

Son los compuestos por solera o vigueta inferior, solera o vigueta superior y elementos exteriores o elemento unión en los extremos, además de los elementos de arriostres inclinados y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla o malla de guadua y colocado sobre malla de alambre, opcionalmente. Además de resistir cargas verticales, resisten fuerzas horizontales de sismo o viento (Ver Foto II-16).

Las esquinas de la casa y los extremos de cada muro deben estar constituidos por muros estructurales arriostrados, en ambas direcciones. Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

2. **Muros estructurales no arriostrados:**

Compuestos por solera o vigueta inferior, solera o vigueta superior, elementos extremos y recubrimiento con base en mortero de cemento, con o sin esterilla o malla de guadua, colocado sobre malla de alambre opcionalmente. Carecen de elementos inclinados de arriostramiento (Ver Foto II-17).



*Foto II-17: Muro Estructural no Arriostrado.
Fuente: Nueva Cartilla de la Construcción, 2011.*



Deben utilizarse para soportar solamente cargas verticales. Se recomiendan en dos direcciones no esquineros y son los que se deben usar para situar puertas y ventanas.

Tanto los muros cargueros arriostrados como los no arriostrados deben construirse coincidiendo con las vigas de cimentación. Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación.

3. Muros no estructurales:

Son aquellos muros que no deben de soportar otra carga que no sea su propio peso, se conocen con el nombre de muros no estructurales. No tienen otra función que la de separar espacios dentro de la vivienda.

Los muros no estructurales interiores deben vincularse con los muros perpendiculares a su plano y con los diafragmas del techo. Las soleras o viguetas tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas en los extremos iniciales o finales. Se recomienda construir las soleras o viguetas del panel, tanto la inferior como la superior, en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.

En lo posible, los muros repellados deben de estar recubriendo ambos lados del muro. Si no es posible, la longitud efectiva del muro con recubrimiento por un solo lado debe considerarse como la mitad de la longitud total real del muro para efectos de resistencia sísmica o contra vientos (*Ver Foto II-17*).



- **Otros tipos de paredes y paneles**

La Guadua es un excelente material para gran variedad de paredes y paneles. La diferencia entre paneles y paredes es que los paneles son prefabricados mientras que las paredes son hechas en el propio lugar. La prefabricación siempre es recomendable, ya que es más rápida y económica. Cada tipo tiene ventajas y desventajas. En algunos tipos de pared se combina el uso de caña y madera.

1. Paredes Quincha:

Este tipo de pared tiene su origen y nombre en Perú, aunque en otras partes del mundo se han usado técnicas similares. Una pared de quincha se refiere al recubrimiento de la caña picada con una mezcla de estiércol, tierra y paja.

Con clavos de 1½ pulgada se sujeta la caña picada a la estructura portante o a la pared. Es necesario dejar la cabeza del clavo sobresalida para luego envolver alambre alrededor de aquellos. Luego se los clava definitivamente. Al preparar el recubrimiento se mezcla 1 unidad de estiércol de vaca con 2 unidades de una mezcla de arena (30%) y arcilla (70%) y se añade paja y agua hasta obtener una consistencia pastosa. El estiércol de vaca es preferible por sus fibras finas. La paja puede ser de cualquier tipo en longitudes no mayores a 10 centímetros.

Se aplica una capa del recubrimiento de aproximadamente 2 cm. de espesor sobre la pared de caña picada, distribuyéndolo de manera pareja.



Foto II-18: Proceso de elaboración de Recubrimiento.

Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



Se deja secar durante una semana. Es importante realizar previamente clavados u otras actividades, que pueden afectar al recubrimiento. Luego es necesario aplicar una segunda capa de recubrimiento Con 1 unidad de estiércol y 2 unidades de una mezcla de arena (70%) y arcilla (30%), sin paja, que se aplica sobre la primera capa cuando ésta haya secado bien.

Para dar un acabado final Se puede pintar la pared o blanquearla con cal, para aumentar su protección. También se puede aplicar un tercer recubrimiento de un mortero de arena-cemento, haciendo previamente perforaciones en la pared de quincha.



*Foto II-19: Proceso de Construcción de paredes de Quincha.
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador*

2. Paredes Ipirti

Este tipo de pared es originario de la India, donde fue construida por la organización IPIRTI. Se caracteriza por una estructura de latillas horizontales y verticales que están sujetas a cañas rollizas verticales por medio de anclajes. Estos pueden ser tacos de madera dura o segmentos de varillas de acero, también llamados chicotes.

Para este sistema se hacen agujeros cada 15 centímetros en las cañas que forman la estructura de la pared. En cañas vecinas los agujeros deben estar perfectamente alineados. En caso de una caña situada en la mitad de la pared, se hace los agujeros a través de toda la caña, de tal manera que los agujeros estén alineados con los de las otras cañas. Se introducen los tacos o chicotes en los



agujeros. En las cañas ubicadas a mitad, aquellos deben tener más longitud ya que atraviesen toda la caña.

Se sujeta latillas delgadas horizontales a los tacos o chicotes con alambre. Luego se sujetan latillas verticales con las horizontales, de tal forma que formen cuadrículas. En vez de alambre se podría utilizar fibras naturales para sujetar las latillas. Se coloca malla de gallinero para cubrir la parte exterior de la pared, la misma que se sujeta a las latillas con alambre galvanizado No. 18. Y finalmente se aplica un recubrimiento de mortero cemento-arena (1:3) o de quinchá sobre el lado interior de la pared después de haberla cerrado provisionalmente con tablas en el exterior. Es importante que previamente se haya concluido el clavado u otras actividades que pueden afectar el recubrimiento durante su aplicación y secado.



Foto II-20: Proceso de construcción de paredes Ipirti
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador

3. Paredes Bahareque

Este tipo de pared es usado en zonas andinas de Colombia y Ecuador. Como su nombre indica, esta pared tiene su origen en Arabia. Se refiere a una doble pared rellena con tierra, aunque también se la usa sin relleno en regiones cálidas y húmedas. Aquí se describe una pared “Bahareque mejorado”, que incluye un recubrimiento de cemento.

Antes que nada, se sujeta la caña picada en tramos de 50 cm. de alto es sujeta con clavos a la estructura portante o a la pared. Es necesario realizar un pre



clavado, para poder sujetarlos con alambre. Después, se finaliza el clavado. Se mezcla cantidades iguales de arena y tierra cernida, con la cual se rellena la parte de la pared que ha sido cerrada. El relleno debe ser humedecido para evitar que se salga por las grietas de la caña picada. En climas cálidos y húmedos se recomienda el uso del bahareque sin relleno.

Este trabajo se hace de manera progresiva. A medida que se rellena, se va sujetando nuevas cañas picadas a la pared para permitir su relleno. Cada capa de tierra se compacta. La pared se concluye colocando una caña rolliza que puede ser la misma viga de la estructura portante. Para finalizar se aplica un mortero de cemento-arena (1:3) en los dos lados de la pared, o solo en el exterior para tener bambú a la vista en el interior. También se puede enquinchar este tipo de pared. Es importante que previamente se haya concluido el clavado u otras actividades que pueden afectar el recubrimiento durante su aplicación y secado.



Foto II-21: Proceso de elaboración de Material de Relleno.

Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



Foto II-22: Proceso de construcción de paredes Bahareque
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



4. Paredes Romero

Este tipo de pared tiene una función decorativa para realizar divisiones en el interior de la edificación. Se caracteriza por sus latillas diagonales a la vista y por los espacios intermedios con recubrimiento de mortero de arena-cemento.

Se coloca malla de gallinero sobre una armadura de latillas o madera y se la sujeta con clavos. Diagonalmente, se sujetan las latillas a la estructura mediante clavos de 1,5 pulgadas a ambos lados de la malla. Las latillas deben tener la parte exterior a la vista.

Diagonalmente, se sujetan las latillas a la estructura mediante clavos de 1,5 pulgadas a ambos lados de la malla. Las latillas deben tener la parte exterior a la vista. Se aplica un primer recubrimiento de cemento-cal-arena (1:1:3) o quinchá sobre la malla y los espacios entre latillas. Después de 8 días se aplica una segunda capa de cemento y arena (1:3). Se debe hidratar ambas capas continuamente para evitar rajaduras y fisuras. Para finalizar se obtiene un buen acabado mediante blanqueado del recubrimiento y barnizado de las latillas a la vista y de las cañas rollizas.



Foto II-23: Proceso de construcción de paredes Romero
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



2.2.7 Factibilidad Económica

(Manual de Construcción con Bambú. 2004)

Los siguientes datos muestran costos aproximados de la construcción de los diferentes tipos de paredes de bambú incluyendo costos de estructura.

Costos Pared Quincha						
El siguiente resumen de costos está basado en una pared de quincha de 9,3 metros cuadrados						
Material	\$/unidad	cantidad	MdO	días hombre	Por pared	Por m²
Caña picada (0,6/m²)	1,70 por caña	6			10,20	1,10
Alambre galvanizada No.18	0,73 por Kg	0,75			0,55	0,06
Clavos de 3"	0,69 por Kg	0,20			0,14	0,02
Clavos de 1,5"	0,71 por Kg	0,40			0,28	0,03
Cuartones de 2x4 semiduros	1,40 por pieza	0,50			0,70	0,08
Caña rolliza (refuerzo estr.)	1,70 por caña	1			1,20	0,13
Mezcla para el pañete base	3,00 por parada	6			18,00	1,94
Mezcla para el pañete acabado	2,20 por parada	4			8,80	0,95
Mano de Obra						
Instalación de caña picada			2	0,4	5,00	0,54
Preparación y colocación del pañete base			2	0,8	10,00	1,08
Preparación y colocación del pañete acabado			2	1,5	18,75	2,02
Recorte de filos y remates varios			1	0,3	5,00	0,54
Total					78,62	8,45

Ilustración II-5: Costo Pared Quincha
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador

Costos Pared Ipirti						
El siguiente resumen de costos está basado en una pared de 15,40 metros cuadrados						
Material	\$/unidad	cantidad	MdO	días hombre	Por pared	Por m²
Travesaño superior (5 x 10 x 40cm)	3,00/tablón	2			6,00	0,39
Latillas (150x2,5cm)	12,40/100 lat.	62			7,69	0,50
Latillas (220x2,5cm)	14,80/100 lat.	40			5,92	0,38
Varilla corrugada (10mm x 12m)	4,00/12m	2			8,00	0,52
Alambre recocido No. 18	0,73/Kg	4			2,92	0,19
Malla expandida para enlucir	1,60/hoja	15			24,00	1,56
Clavos corrientes de 3"	0,69/Kg	1			0,69	0,04
Clavos de acero de 2,5"	0,02/clavo	25			0,50	0,03
Cemento	6,00/saco	6,33			37,95	2,46
Cal	2,00/saco	6,33			12,65	0,82
Arena	7,06/m³	1,01			7,14	0,46
Mano de Obra						
Corte de alambre en 650 haces (0,3m)			1	0,05	0,50	0,03
Corte de 78 chicotes (0,2; 0,3; 0,5m)			1	0,07	0,70	0,05
Perforación de pilaretes (Guadua)			1	0,13	1,30	0,08
Colocación de chicotes			1	0,11	1,10	0,07
Elaboración de malla de latillas			2	1,02	10,20	0,66
Colocación de malla expandida			2	0,47	4,70	0,31
Preparación y colocación de mortero (3 capas)			2	6,37	84,35	5,48
Total					216,31	14,05

Ilustración II-6: Costo Pared Ipirti
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.

Costos Pared Bahareque

El siguiente resumen de costos está basado en una pared Bahareque de 9,86 metros cuadrados

US\$

Material/MdO	\$/unidad	cantidad	MdO	días hombre	Por pared	Por m ²
Caña picada (0.6 por m ²)	1,70 por caña	12			20,40	2,07
Alambre galvanizado No. 18	0,73 por Kg	1,5			1,10	0,11
Tierra de relleno (arcilla/arena 2:1)	5,00 por m ³	1			5,00	0,51
Cuartones de 2x4 semi duro	1,4 por pieza	2			2,80	0,28
Clavos de 3" para contramarcos	0,69 por Kg	0,2			0,14	0,01
Clavos de 1,5" (fijar caña picada/malla)	0,71 por Kg	0,8			0,57	0,06
Malla galvanizada hexagonal (ojo de 2")	1,20 por m ²	20			24,00	2,43
Mortero para enlucido exterior	2,15 por saco	8			17,20	1,74
Pañete de tierra-arena-mejada 2:1:1	3,00 por parada	4			12,00	1,22
Mortero de cemento-arena 1:3	6,00/saco ; 7,00/m ³	1,2/0,1			7,55	0,77
Instalación de caña picada			2	0,75	9,38	0,95
Preparación de relleno			2	0,42	4,20	0,43
Colocación de relleno			2	0,25	2,50	0,25
Fijación de la malla galvanizada			2	0,32	3,20	0,32
Colocación de contramarcos			1	0,13	1,95	0,20
Preparar/colocar 2 capas de mortero			2	4,05	52,90	5,37
Preparar/colocar pañete interior			2	2,64	34,65	3,51
Acabado con mortero (interior)			2	0,96	12,00	1,22
Junta de dilatación, remates, varios			1	0,84	12,60	1,28

Total

224,14

22,73

Ilustración II-8: Costo Pared Bahareque
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador

Costos Pared Romero

El siguiente resumen de costos está basado
en una pared Romero de 7,5 metros cuadrados

US\$

Material	\$/unidad	cantidad	MdO	días hombre	Por pared	Por m ²
Latillas (220 x 2,5 cm.)	14,80/100 lat.	15			2,22	0,30
Latillas (150 x 2,5 cm.)	12,40/100 lat.	65			8,06	1,07
Clavos de 1,5" (fijar latillas)	0,71 por Kg.	1,5			1,07	0,14
Malla galvanizada. hexagonal (2")	1,20 por m ²	10			12,00	1,60
Mortero de cemento-arena 1:3	6/saco; 7/m ³	5,8/0,5			37,75	5,03
Mano de Obra						
Corte de alambre en haces (longitud: 0,3 metros)			1	0,01	0,10	0,01
Elaboración de la malla			2	0,31	3,10	0,41
Colocación de la malla			2	0,47	4,70	0,63
Preparar y colocar mortero (1a capa)			2	1,41	18,25	2,43
Preparar y colocar 2a capa			2	2,48	33,05	4,40

Total **120,30** **16,04**

Ilustración II-7: Costo Pared Romero
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



Costos Panel Hogar de Cristo

El siguiente resumen de costos está basado en una pared Hogar de Cristo (mejorado) de 4,80 metros cuadrados

US \$

Material	\$/unidad	cantidad	MdO	dias hombre	Por pared	Por m2
Cuartones (madera-5x5cm)	0,75	8			6,00	1,25
Caña picada	1,70 por caña	8			13,6	2,83
Clavos de 1,5"	0,71 por Kg.	0,5			0,36	0,08
Alambre #18	0,73 por Kg.	1,5			1,10	0,23
Mortero primera capa (cemento-cal-arena: 1:1:3)	6; 2,5/saco; 7/m ³				8,00	
Mortero segunda capa (cemento-arena: 1:3)					8,00	
Barniz (1 lado)	3,00 por ½ litro	½ litro			3,00	0,63
Mano de Obra						
Colocar la caña picada			1	2	24,00	5,00
Preparar y colocar mortero (1lado)			1	1	10,00	2,08
Total					74,06	15,43

Ilustración II-9: Costo Pared Panel Hogar de Cristo
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



2.3 HIPÓTESIS

Con la ejecución del anteproyecto arquitectónico de tres modelos de vivienda utilizando la caña Guadua Agustifolia como principal elemento constructivo en el archipiélago de Solentiname, perteneciente al municipio de San Carlos, Departamento de Río San Juan de Nicaragua, se podría brindar una nueva alternativa habitacional en el año 2018, puesto que se podrán ofrecer viviendas de bajo costo y rápida construcción con una estética que varía de lo común, aprovechando las ventajas y potencialidades que la zona presenta y al mismo tiempo hacer uso adecuado del bambú en este tipo de proyectos.



III. CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO

3.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio abordado es de tipo descriptivo, debido a que se basara principalmente en la técnica de observación; se establecen características demográficas, escasez de la vivienda y mala infraestructura de las mismas existentes en el archipiélago de Solentiname para tratar de dar una solución habitacional viable.

3.2 Enfoque

El método de evaluación tendrá un enfoque cualitativo que nos permite evaluar por cualidades y prioridades los espacios a los que tiene necesidad el usuario de la vivienda y así satisfacerla según la proyección de la misma.

3.3 Universo

El universo a tratar en esta investigación es primeramente el dueño de la propiedad donde se emplaza el proyecto y de manera general la población habitante de los alrededores que pueden retomar el diseño de vivienda y la implementación del sistema constructivo del bambú como un ejemplo a seguir ya que se plantean modelos de vivienda con un sistema de construcción alternativo, de fácil construcción, de bajo costo y mínimo impacto ambiental.

3.4 Muestra

El tipo de muestra es no probabilístico debido a que la selección de la muestra se debió a los criterios del investigador.

Para la realización de la presente investigación fue necesario acudir a técnicas de recolección de información como la observación de otras viviendas (en Granada, Nicaragua y en Guanacaste, Costa Rica) adaptadas a este sistema y de la misma tipología; además de la entrevista aplicada al dueño del terreno donde expresó



sus requerimientos y necesidades; entrevista a personas conocedoras del tema y la consulta a reglamentos nacionales que normen acerca del uso del sistema constructivo del bambú.

Las fuentes bibliográficas también aportaron a la obtención de datos particulares de la población habitante en los alrededores del sitio tales como viviendas en mal estado, número de viviendas y número de hogares por vivienda.

3.5 Variables

1. Análisis de modelos análogos de viviendas que implementaron el bambú como sistema constructivo; cuando se realiza el estudio de modelos análogos se analiza: emplazamiento urbano; composición y organización arquitectónica; relaciones funcionales de circulación, la utilización de diferentes sistemas constructivos y materiales; mantenimiento y funcionamiento del edificio o conjunto.
2. Características físico-naturales del sitio que puedan ser aprovechables al momento de diseño de las viviendas:
 - Ambiente Natural:
 - Condiciones climatológicas: clima, precipitación, soleamiento, humedad relativa, ventilación, temperatura.
 - Geomorfologías: topografía del terreno, fallas geológicas, tipos de suelos, entre otros factores.
 - Biodiversidad: flora y fauna.
 - Ambiente Antrópico.
 - Contexto arquitectónico del sitio: tipologías, estructura e imagen urbana.
 - Aspectos socioeconómicos.



- Accesibilidad: vías, calles, caminos con que cuenta o próximas al sitio.
 - Infraestructura técnica: drenaje sanitario y pluvial, redes de agua potable, eléctricas, telecomunicaciones.
 - Infraestructura social: educación, salud y bienestar social.
3. Una composición arquitectónica que contenga una variedad de elementos compositivos demostrando que el bambú es un material que se puede adaptar a muchas formas.

3.6 Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos e Información

- Entrevistas: Realizadas al Arq. Donald Ricci y al Ing. Sergio Obregón. Al realizar entrevistas se obtuvo información específica del tema, elaborando preguntas concisas; la información obtenida será de mayor valor ya que los entrevistados tienen un completo dominio del tema. A demás, a partir de la entrevista fue posible obtener recomendaciones, sugerencias o notas sobre el estudio, que los entrevistados, por medio de su experiencia del diario vivir son capaces de transmitir.
- Visitas de campo al sitio de estudio.
- Consulta de planos topográficos, trabajos investigativos y autoridades relacionadas con el área de estudio como INETER (Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales), Alcaldía Municipal, entre otros.
- Guía de observación: una pequeña lista de características destacables que servirán como criterios a considerar al momento de diseño tales como: Sistema constructivo, número de plantas, Estilo arquitectónico, Elementos compositivos, Estado de la vivienda, etc.
- Fotografías del Sitio de estudio y su entorno.



3.7 Técnicas de Análisis y Procesamiento de la Información

- Técnicas de dibujo, cuadrados o círculos (representando zonas y ambientes) y flechas direccionales con líneas (con diferentes valores y estilos de líneas) para crear diagramas de relaciones, de circulaciones y zonificaciones entre ambientes y de esta forma determinar la mejor funcionalidad de la vivienda.
- Software de dibujo 2D AutoCAD para la elaboración de planos constructivos.
- Software de Dibujo 3D Google Sketchup para la creación de un modelo tridimensional que muestre volumetría y materiales a emplearse en el diseño.
- Software de Representación gráfica y 3D; Lumion y Adobe Photoshop para la creación de imágenes foto realistas (Renders) y recorridos virtuales.
- Software de edición de video: Adobe Premiere para editar y agregar más información al recorrido virtual creando un video que muestre de manera concisa la información del proyecto.



3.8 Esquema Metodológico

En el siguiente esquema se presentan las etapas que conllevan a la realización de este trabajo, con el fin de que posea una estructura coherente y que cumpla con los parámetros establecidos para un trabajo investigativo.

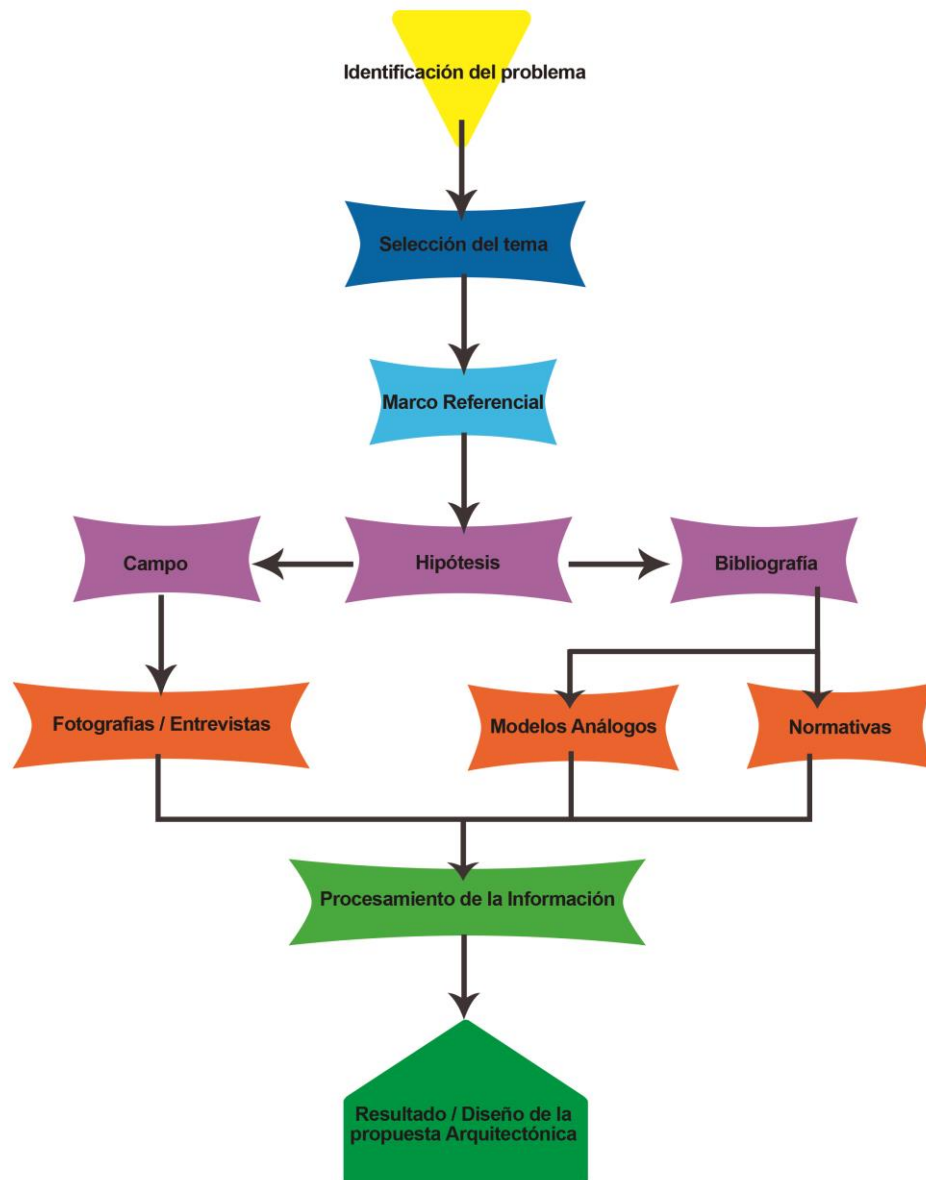


Ilustración III-1: Esquema Metodológico

Fuente: Elaboración Propia

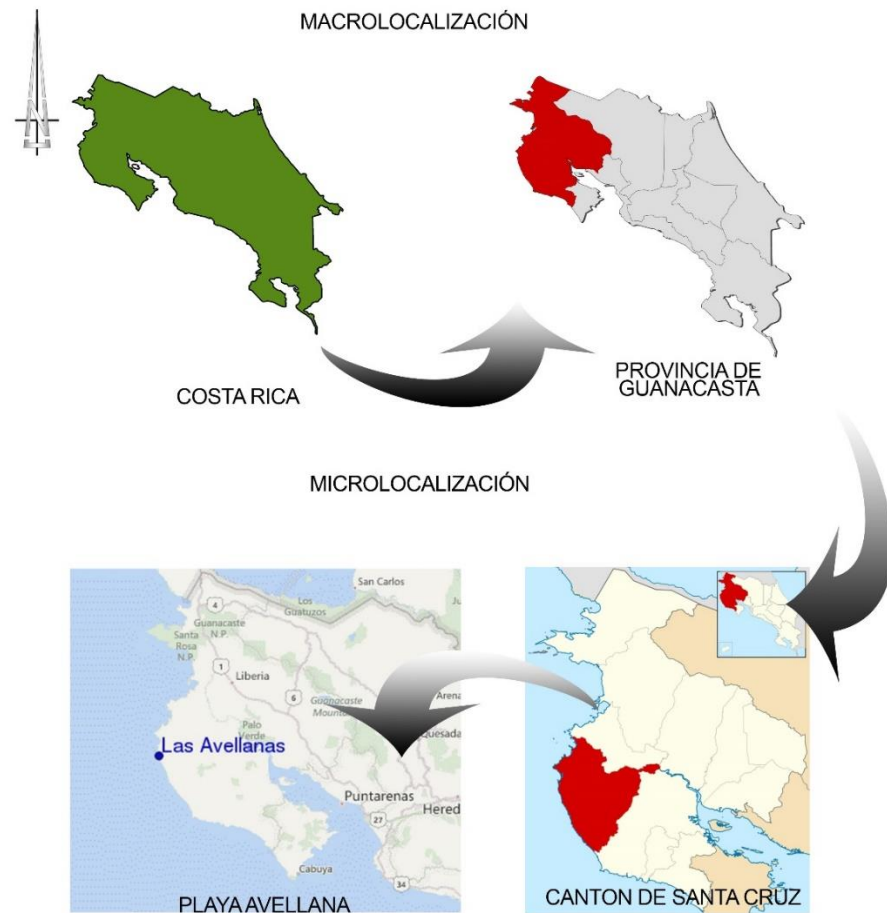


IV. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Modelos Análogos

4.1.1 Un Bosque para una Admiradora de la Luna

Esta casa natural y sustentable hecha de bambú fue diseñada y construida por el arquitecto Benjamín García Saxe, de Rogers Stirk Harbour Partners, en la selva de la playa Avellanas, Guanacaste, Costa Rica.



*Ilustración IV-1: Macro y Micro Localización Modelo Análogo Un bosque para una admiradora de la Luna
Fuente: Elaboración Propia*



El disparador para dicha casa fue Helen, la madre del arquitecto, quien se había refugiado en la selva costarricense, escapando de los centros urbanos. Para mejorar la calidad de vida de Helena en Guanacaste, García Saxe ideó esta casa de manera tal que su edificación mantuviese una relación íntima con el entorno natural.

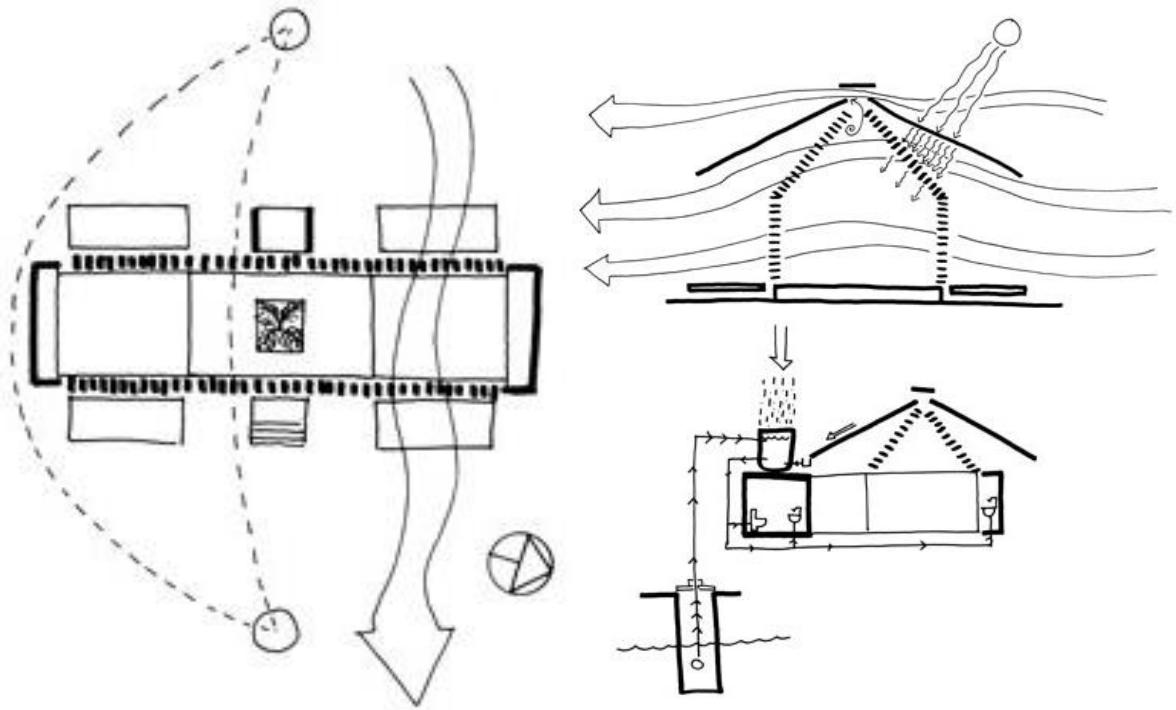


Ilustración IV-2: Análisis Físico – Natural Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



La construcción cuenta con dos módulos: un dormitorio separado de la cocina y la sala de estar mediante un patio abierto con hamacas, ideales para el descanso; creando una circulación lineal entre los dos módulos. Esto hace que los espacios estén permanentemente ventilados y gocen de luz natural. Además, la construcción entera está protegida del caliente sol de la zona por sus techos cónicos de zinc y bambú.

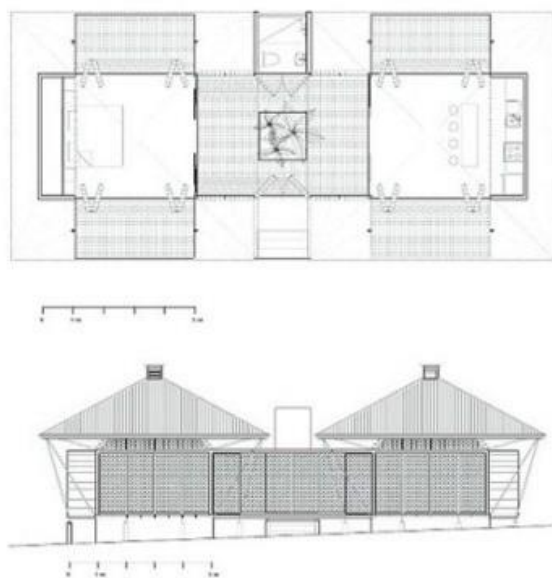


Ilustración IV-3: Planta y Elevación Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com

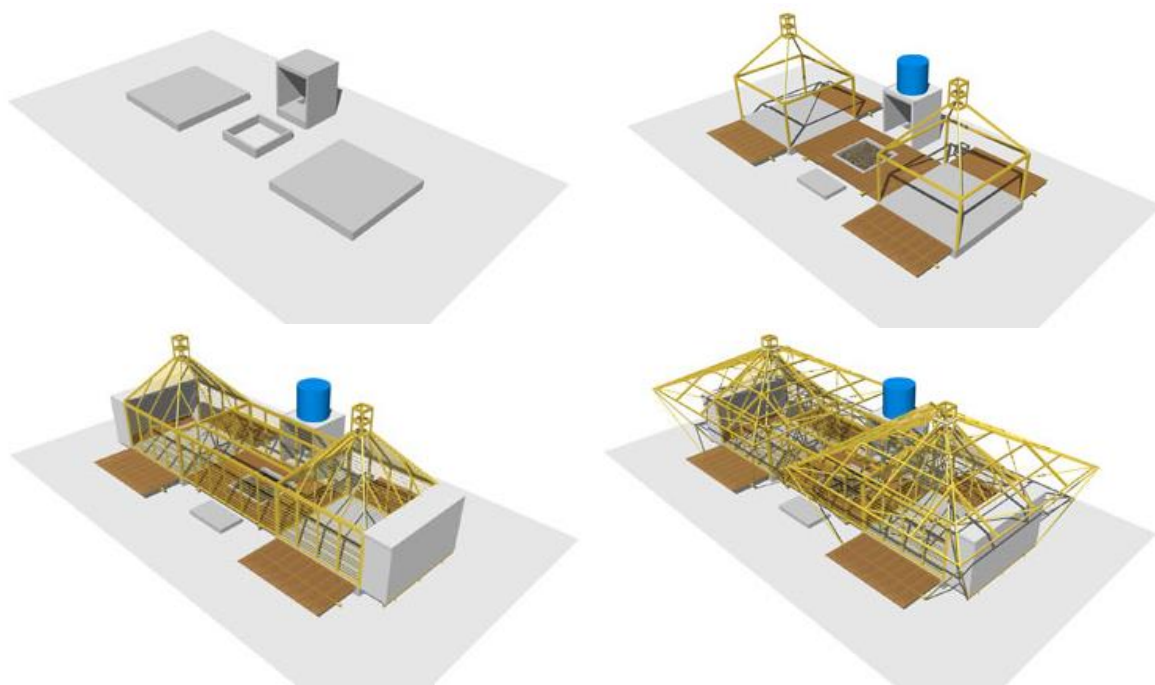


Ilustración IV-4: Proceso constructivo Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



Su fundación está compuesta de hormigón y su estructura es de acero. Sumado a esto, los anillos de bambú que la conforman están cubiertos de lona para proporcionar de esta manera más sombra y protección a toda la casa. Los materiales utilizados en la construcción de esta vivienda son: Bambú, Hierro Galvanizado, Vidrio y Madera de Teca; llegando a un costo aproximado de unos \$ 40,000.00.

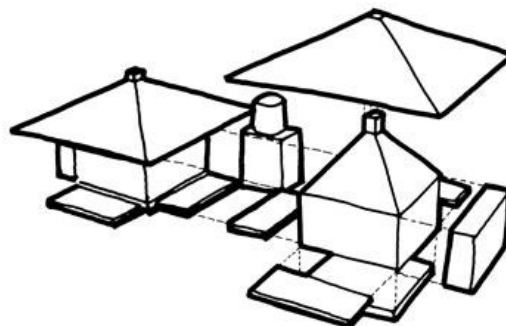


Ilustración IV-5: Bosquejo Volumétrico Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com

La vivienda presenta elementos compositivos como la simetría, el ritmo y la repetición tanto a nivel de planta como a nivel volumétrico que permiten un diseño simple pero a la vez atractivo.

Un bosque para una admiradora de la luna	
Localización	playa Avellanas, Guanacaste, Costa Rica
Fecha de construcción	2010
Cliente	Helen Saxe
Área	100 m ²
Diseño	Arq. Benjamín García Saxe
Precio Aproximado	\$ 40,000.00

Tabla IV-1: Datos Generales Modelo Análogo Internacional.
Fuente: Elaboración Propia.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



Foto IV-2: Fachada Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



Foto IV-1: Patio interno Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



Foto IV-4: Puertas de Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



Foto IV-3: Vista Externa Vivienda Un Bosque para una Admiradora de la Luna
Fuente: www.benjaminarciasaxe.com



4.1.2 La Casa Bambú

La casa bambú fue concebida como un producto prototipo para la firma de diseño de bambú sostenible y creada en Granada, llamado CO2 BAMBU, que ofrecía soluciones de vivienda asequibles y respetuosos del medio ambiente en la zona.

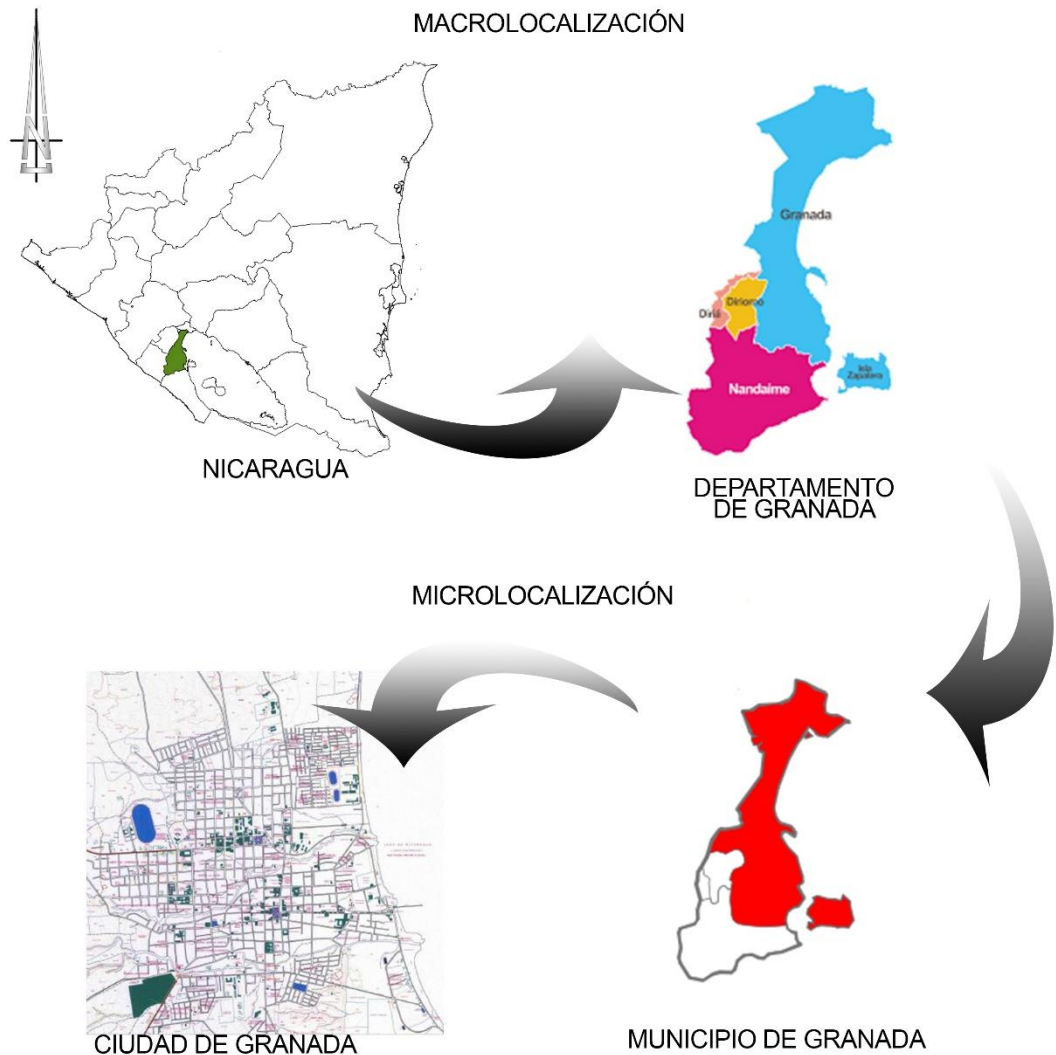


Ilustración IV-6: Macro y Micro Localización Modelo Análogo La casa bambú
Fuente: Elaboración Propia



Foto IV-5: Vista Dormitorio de La casa Bambú.
Fuente: www.houzz.com

La construcción cuenta con dos plantas. Sala-Comedor-Cocina en la planta baja y en la planta alta dormitorio y baño estilo loft; además cuenta con un exuberante jardín y magníficas vistas hacia el lago Cocibolca y el volcán Mombacho.

La casa era una cascara de hormigón con un techo de metal, construyéndose la planta alta sobre pilotes de bambú dentro de la cascara de hormigón. Originalmente las paredes eran de bloque de concreto con algunos detalles de bloque decorativo los cuales se preservaron integrándose con la nueva estructura de bambú.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



Foto IV-6: Vista bloques decorativos conservados de La casa Bambú.
Fuente: www.houzz.com



Foto IV-7: Vista columnas de La casa Bambú.
Fuente: www.houzz.com



Todo el bambú utilizado en la construcción, se cultivó en el municipio de Rosita, región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), en la región noreste de Nicaragua; cosechándose las columnas a una edad adecuada de 5 años desde su siembra.

Se integró en la construcción puertas con pantallas de anillos de bambú sujetas entre sí con pequeños alfileres del mismo material para crear una obra de arte funcional. La estructura de techo está ligeramente elevada por encima de las paredes para permitir un flujo de aire adicional. También se utilizó esteria de bambú como cielo raso al igual que en las paredes para la absorción de calor y enfriar el espacio.



Foto IV-9: Puertas de anillos de La casa Bambú.

Foto IV-8: Vista dormitorio de La casa Bambú.

Fuente: www.houzz.com





Los materiales utilizados en la construcción de la vivienda son: Bloques de concreto, Bambú y Piedra natural; llegando a un costo aproximado de unos \$32,000.00. A nivel volumétrico la vivienda presenta elementos compositivos como jerarquía, asimetría, ritmo y repetición generando un diseño simple y confortable. En la fachada principal para que la diferencia entre el concreto y el material bambú no descontinuara el modelo, se colocó un pequeño techo en la unión y se trató de dar un toque natural colocando bambú expuesto.



Foto IV-10: Fachada de La casa Bambú.
Fuente: www.houzz.com

La Casa Bambú	
Localización	Granada, Nicaragua
Fecha de construcción	2010
Cliente	Oren Pollack
Área	74.32 m ²
Diseño	CO2 BAMBU
Precio Aproximado	\$ 32,000.00

Tabla IV-2: Datos Generales Modelo Análogo Nacional.
Fuente: Elaboración Propia.



4.1.3 Aspectos a Recuperar

Una vez analizados los dos modelos análogos se ha recopilado en una tabla los elementos a recuperar de cada uno que fueron integrados en el anteproyecto.

Tabla IV-3: Aspectos a Recuperar de Modelos Análogos

Elemento	Un Bosque para una Admiradora de la Luna	La casa Bambú
Formal	Simetría	Asimetría
	Ritmo	Ritmo
	Repetición	Repetición
		Jerarquía
Funcional	Distribución Lineal	Espacios abiertos Estilo Loft
	Iluminación y Ventilación Natural	
Constructivo	Estructura de Bambú	Estructura de Bambú
	Uso de anillos de Bambú	Pantallas de anillos de Bambú
		Esterilla de Bambú expuesta

Fuente: Elaboración Propia



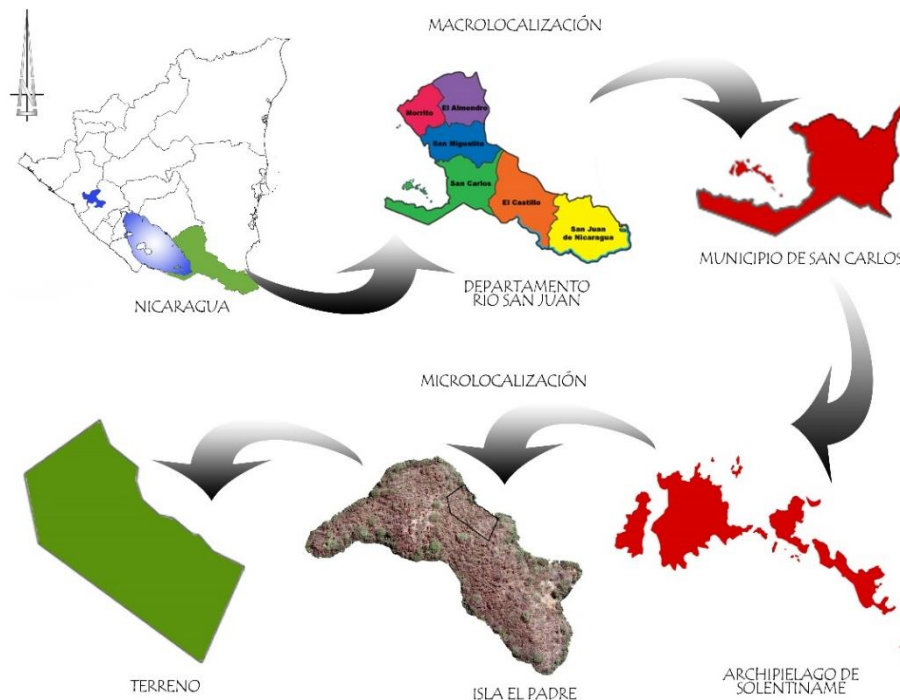
4.2 Análisis de Sitio

4.2.1 Macro y Micro Localización

El lote se ubica en la región Sureste de Nicaragua, en el Departamento de Río San Juan de Nicaragua, en el municipio de San Carlos, Archipiélago de Solentiname; al cual pertenece la Isla El Padre en las coordenadas 1235891 m. N, 719351 m. E. en donde se encuentra el terreno en estudio; que es propiedad del señor Donald Ricci Guevara. El lote cuenta con un área de 26,758.06 m²

El terreno limita con los siguientes linderos:

- Al norte con lote perteneciente a la señora María Guevara Silva.
- Al sur con lote perteneciente a la señora Olivia Guevara.
- Al sureste con lote perteneciente al señor José Bayardo Guevara Silva.
- Al este con el gran Lago de Nicaragua (Cocibolca).
- Al oeste con lote perteneciente al señor Eugenio Pacelli Torres.



*Ilustración IV-7: Macro y Micro localización
Fuente: Elaboración Propia*



4.2.2 Clima

El clima del Archipiélago de Solentiname está catalogado de monzónico tropical, Con una precipitación promedio anual de 1,694 mm, con una precipitación máxima de 2,400 mm y una precipitación mínima de 2,000 mm. El período de la época lluviosa es de 9 meses que va de Mayo a Enero y el período de verano es de 3 meses que comprende los meses de Febrero a Abril. La temperatura media anual oscila entre 29º y 31º grados centígrados. La humedad relativa es del 85 %.([Ver Plano N°:01](#))

4.2.3 Flora

En el archipiélago de Solentiname la cobertura vegetal está predominada por especies características de áreas de cultivos anuales y perennes, potreros de uso ganadero y pequeños parches de bosques secundarios o sitios poco alterados, con predominancia de especies de plantas de bosque seco, característico del pacífico. Algunas áreas se encuentran sometidas a inundación, relacionadas a las oscilaciones del nivel del lago de Nicaragua, el cual rodea a todas las islas del archipiélago (CREDES⁴ 1995, Base de datos FUNDAR⁵ 2003).

El grado de alteración humana se refleja en la estructura de los bosques del archipiélago y la reducida riqueza de especies de flora terrestre, con registro de 119 especies de plantas, sin embargo 2 de estas son especies endémicas y 1 especie presenta distribución restringida a Nicaragua y Costa Rica ([Ver Anexos: Tabla V-1](#)).

⁴ CREDES: Instituto de Crecimiento y Desarrollo Sostenible.

⁵ FUNDAR: Fundación Amigos del Río San Juan.



4.2.1 Fauna



Foto IV-12: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno
Fuente: Elaboración Propia

peces (CREDES 1995, Base de datos FUNDAR 2003), sin embargo según otras fuentes como el MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales)



Foto IV-11: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno
Fuente: Elaboración Propia

La baja riqueza y diversidad de especies terrestres reportadas para el área es resultado del deterioro de la cobertura vegetal y la condición de islas del archipiélago. Se han registrado 111 especies de Aves (20 migratorias), 9 de mamíferos, 14 reptiles, 4 anfibios. Además se conocen 16 especies de

señalan entre 41 y 46 especies en total para el Lago de Nicaragua. El Archipiélago de Solentiname presenta la cualidad de tener la población de *Crocodylus acutus* más grande de Nicaragua en agua dulce, entre los peces se encuentran varias especies sobresalientes por su valor ecológico o económico ([Ver Anexos: Tabla V-2, V-3, V-4](#)).



Una especie que merece estudio es la población de monos Congo (*Alouatta palliata*), presente en la Isla del Padre y el sitio de emplazamiento del proyecto. Se introdujeron algunos en los años 80's y desde entonces se han ido reproduciendo. Estudios genéticos de viabilidad de esta población o su impacto en la flora de la isla, aún no se han realizado. Cabe resaltar que es la única Isla en el archipiélago de Solentiname donde se encuentra este animal.

4.2.2 Soleamiento y Ventilación

El sol hace un recorrido Este – Oeste donde sus rayos inciden directamente del este con un ángulo de inclinación máximo de 23° al norte en invierno, y en verano como máximo 10° al sur de inclinación. Los vientos predominantes son en dirección noreste- suroeste; oscilan entre 1.0 m/seg. Y 1.5 m/seg. ([Ver Plano N°:1](#)).

4.2.3 Geomorfología, Fisiografía

El archipiélago se encuentra ubicado en la provincia de la depresión nicaragüense, en la Subprovincia de formas aisladas del terciario; el material geológico pertenece en su mayoría al grupo coyol, de origen volcánico, formado por ignimbritas y basaltos; la actividad volcánica del terciario fue característica del mioceno superior y plioceno. Algunas islas presentan material volcánico del cuaternario, constituida por material aluvial. El relieve varía de ondulado a muy escarpado con pendientes de 5-75% y alturas de 30-200 m.

En su carácter de archipiélago, Solentiname presenta cuatro unidades geomorfológicas bien definidas, productos de las interacciones naturales y antrópicas que han dado origen a las siguientes formas caprichosas del paisaje del Archipiélago.



- Planicies volcánicas del terciario básico, con pendientes menores del 15%.
- Planicies lacustres del cuaternario reciente sujeto a inundaciones recientes frecuentes, con menos del 8% de pendiente.
- Valle coluvial del cuaternario reciente sujeto a inundaciones frecuentes y ocasionales, menor del 8% de pendiente.
- Colinas volcánicas del terciario básico, con pendientes menores del 75%. Se hallan situados en bloques montañosos redondeados y escarpados situados entre otros en la subprovincias de forma aislada de la planicie este del Lago de Nicaragua.

En la Isla El Padre donde se ubica el sitio de estudio se presenta un relieve que va de ligeramente ondulado a escarpado, con pendientes de 2 a 50%. Los suelos son profundos a muy superficiales, con erosión moderada a fuerte, texturas francas, franco arcillosas y arcillosas; colores negro a pardo oscuro en la superficie y pardo oscuro a pardo amarillento en el subsuelo; ligeramente pedregoso a muy pedregoso y con una erosión leve a fuerte.

4.2.4 Acceso, Vialidad y Transporte

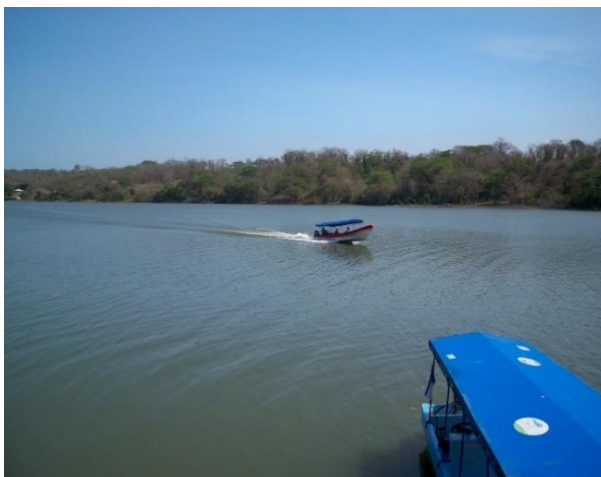


Foto IV-13: Vista de lanchas navegando frente al terreno

Fuente: Elaboración Propia

Al estar ubicado en una isla, el único medio de transporte es el acuático, por medio de lancha ya sea propia o pública. En ambos casos debe tomarse desde el puerto de San Carlos. El recorrido desde el puerto hasta el terreno dura 45min. Y la lancha pública sale diariamente a las 3:00 p.m. hacia Solentiname; regresando hacia San Carlos diariamente a las 9:00 a.m.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



*Foto IV-14: Muelle de San Carlos desde lancha de transporte
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto IV-15: Puerto de San Carlos
Fuente: Elaboración Propia*



4.2.5 Restricciones Físicas y Legales

La isla El Padre está designada como área agrosilvopastoril⁶ en toda su extensión, excepto el área de protección de costas de 30mts. En el contorno de la isla, aunque se permite la construcción de infraestructuras con base en las normas específicas y con la debida autorización de las autoridades pertinentes.

No se permite la deforestación; de lo contrario se deberá desarrollar procesos de restauración paisajística con especies forestales nativas, frutales naturalizados propios y tradicionales de la zona, o con una mezcla de ambos.

La mayor restricción física existente son las pronunciadas pendientes en ciertas zonas del terreno además del constante cambio del nivel del lago en las estaciones climáticas.

4.2.6 Infraestructura y Equipamiento

La principal fuente de abastecimiento de agua es a través de pozos. Existen otras fuentes de abastecimiento de agua como: el lago, planta de abastecimiento y agua filtrada, aunque estas opciones no proveen agua de calidad, por la repercusión que tiene en la población. No existe ningún tipo de red de alcantarillado sanitario ni de drenaje pluvial ya que cada vivienda cuenta con fosas sépticas para el tratamiento de aguas negras

Es natural que por inaccesibilidad a la red de energía eléctrica nacional, se busquen otras alternativas de bajo costo como fuentes de iluminación, entre ellas: Candil, Candela, Generador o Planta Eléctrica, Panel Solar, foco y batería.

⁶ Un sistema agropastoril es un ecosistema originado por la intervención del hombre, en el cual se combinan las actividades agrícolas y ganaderas en un mismo sitio.



*Foto IV-16: Iglesia de Solentiname
Fuente: Elaboración Propia*

El servicio telefónico es posible únicamente por vía celular donde solo tiene cobertura una de las dos empresas existentes en el país que brindan este servicio; la empresa de telefonía Movistar.

Otros elementos de equipamiento son un Centro de Salud, una biblioteca y base militar,

una Iglesia y un parque ubicados en la Isla Mancarrón ya que es la isla con mayor área. Es importante destacar que en las demás islas no hay presencia de estos ni otro equipamiento debido a que Solentiname es un destino que aún está en el proceso de desarrollo.

Cada una de las islas cuentan con variadas instalaciones comerciales destacándose, las ventas de artesanías las cuales son un atractivo para los turistas extranjeros, de igual manera las Islas Mancarrón y San Fernando disponen de pulperías y talleres artesanales.

4.2.7 Control de Desechos

La forma más habitual de disponer la basura es por medio de quema; otro método muy usado es enterrándola, y en menor proporción utilizada como relleno sanitario aunque un número reducido de la población usa otros medios de eliminación, entre los cuales se observan, abono orgánico y tratamiento.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



4.2.8 Características Socio demográficas de la Población

La mayor población existente en la comunidad de Solentiname son niños y jóvenes, entre las edades de 6 a 11 años, con un 20.1%, seguido del rango de 12 a 19 con un 18.9%. Dentro de estos rangos, el sexo que predomina es el femenino con 23.3% y 18.9% respectivamente. Sin embargo, a nivel de la población, el sexo predominante es el masculino con un 53.5% y el femenino con 46.5% (Ver Gráfico IV-1).

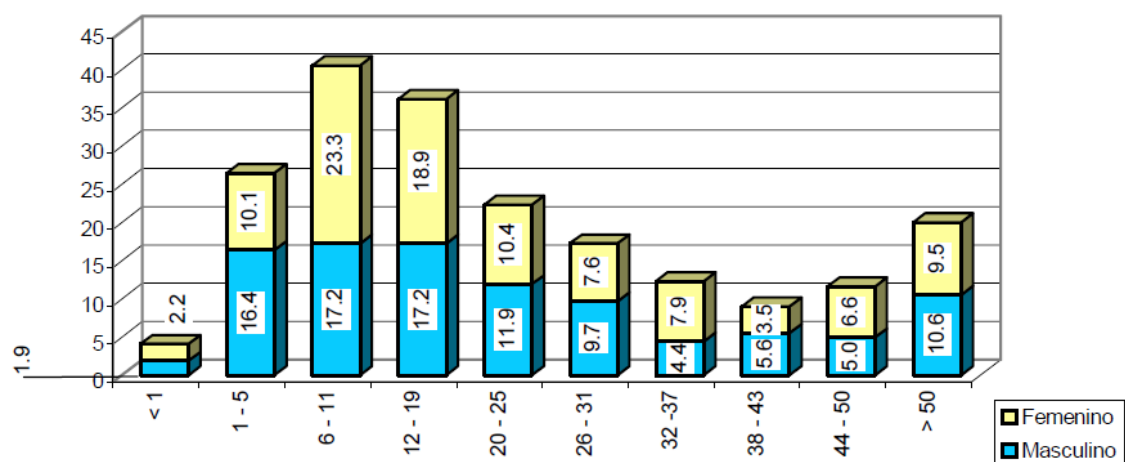


Gráfico IV-1: Distribución de la Población por Grupos Etneos y Sexo
Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname, 2008

De un total de 95 personas del sexo masculino que viven en esta comunidad, 57.89% tienen más de 20 años de residir en ella, el 13.68% entre 11 – 15 años y el 12.63% menos de 5 años. En el sexo femenino el 88.89% tienen más de 20 años de residir en esa comunidad (Ver Tabla IV-3).

	Sexo				Total	
Tiempo de años	Masculino		Femenino			
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
< 5	12	12.63	1	5.56	13	11.50
5 – 10	8	8.42			8	7.08
11 – 15	13	13.68	1	5.56	14	12.39
16 – 20	7	7.37			7	6.19
> 20	55	57.89	16	88.89	71	62.83
Total	95	100.00	18	100.00	113	100.00

Tabla IV-4: Tiempo de vivir en la comunidad (años)
Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname, 2008



4.2.9 Viviendas

Con relación a la vivienda de la población de Solentiname, es importante resaltar que según el IV censo de vivienda realizado en 2005 la mayoría (86,7%) de sus habitantes tienen vivienda propia; el resto habitan en las vivienda en calidad de cuidadores (5,0%); posando (5,8%); o alquilan la propiedad (1,7%); la categoría otros figura con un (0,8%) (Ver Gráfico IV-2).

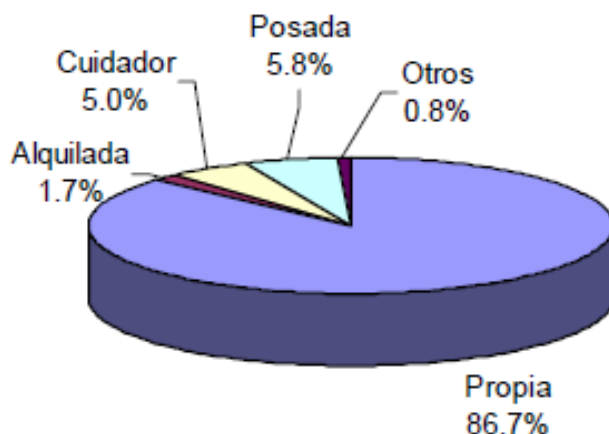


Gráfico IV-2: Distribución de la población según tipo de vivienda en Solentiname.

Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname, 2008

De acuerdo al Plan de Manejo de Solentiname (2008) con relación al área de las viviendas, se encontró que el 55,3% de ellas miden de 21 a 50 m²; continuando el 13.8% con un área de 51 a 60 m²; el 11.4% de los hogares posee áreas de 71 a 80 m²; de 61 a 70 en 9,8%, otras en menor proporción de más de 90 m² en 4,9%, el 4,1% de 11 a 20 m², y de 81 a 90 m² con 0,8%.



Foto IV-17: Vivienda de Solentiname
Fuente: Elaboración Propia



4.3 Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso usando bambú guadua como principal elemento de construcción

En este anteproyecto, se propone el diseño de 3 modelos de cabañas, emplazándolas en el sitio de manera que aprovechan las hermosas vistas naturales del gran lago de Nicaragua, ofreciendo a sus habitantes un contacto directo con la naturaleza brindando principalmente confort y privacidad. El proyecto es de carácter privado ya que las viviendas son de interés personal para el propietario del terreno el señor Donald Ricci puesto que pretende ofertar estas viviendas al sector turismo y de esta forma promocionar el uso del bambú en esta zona

4.3.1 Programa Arquitectónico

A continuación se presenta el programa arquitectónico con los espacios propuestos en los diseños de las tres viviendas de descanso. Los ambientes están definidos por zonas; dicha definición está relacionada al grado de interacción social que se le da al ambiente, resultando lo siguiente.

ZONA	AMBIENTE	ACTIVIDADES ESPECIALES	OBSERVACIONES
Social	Sala	Socializar Alimentarse	Ambiente con óptima ventilación e iluminación natural.
	Porche		
	Comedor		
Servicio	Cocina	Aseo, Limpieza	Espacios relacionados para elaborar una actividad en específico
Privada	Dorm.1	Asearse, Relajarse, Descansar.	Ambiente de mayor intimidad con aprovechamiento de luz y ventilación.
	Dorm.2		
	S.S 1		
	S.S 2		

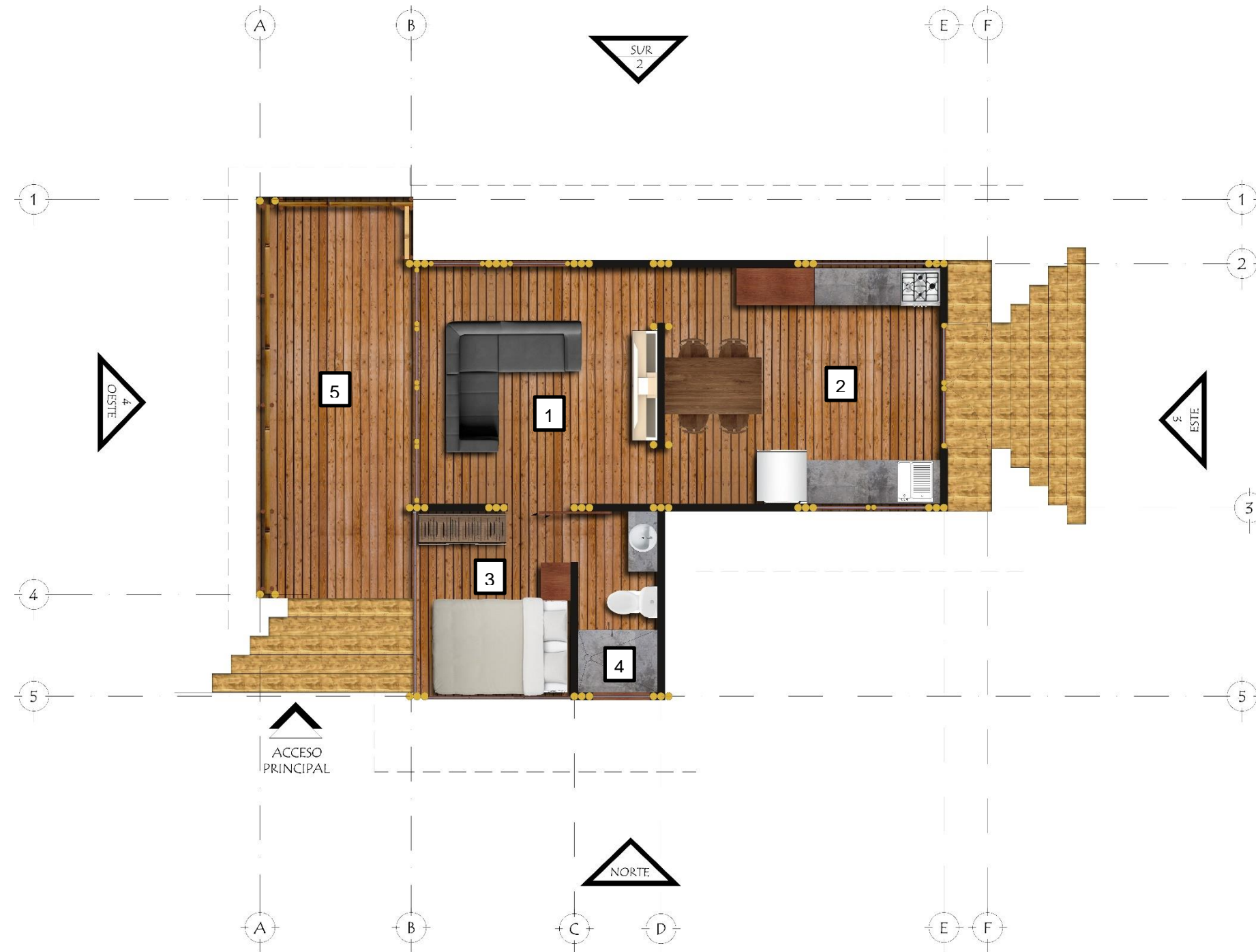
Tabla IV-5: Programa Arquitectónico. Fuente: Elaboración Propia



4.3.2 Áreas y Ambientes

- **MODELO N° 1**

Es el modelo más pequeño, diseñado con las dimensiones necesarias para lograr el confort de sus habitantes.



Nº	AMBIENTES	AREAS M ²
1	Sala	15.76
2	Cocina / Comedor	18.24
3	Dormitorio	7.75
4	Servicio Sanitario	4.50
5	Terraza	15.95
	TOTAL	62.20



• **MODELO N° 2**

Modelo más cómodo que el anterior, con las dimensiones más confortables; cuenta con una habitación adicional y es óptima para familias pequeñas.

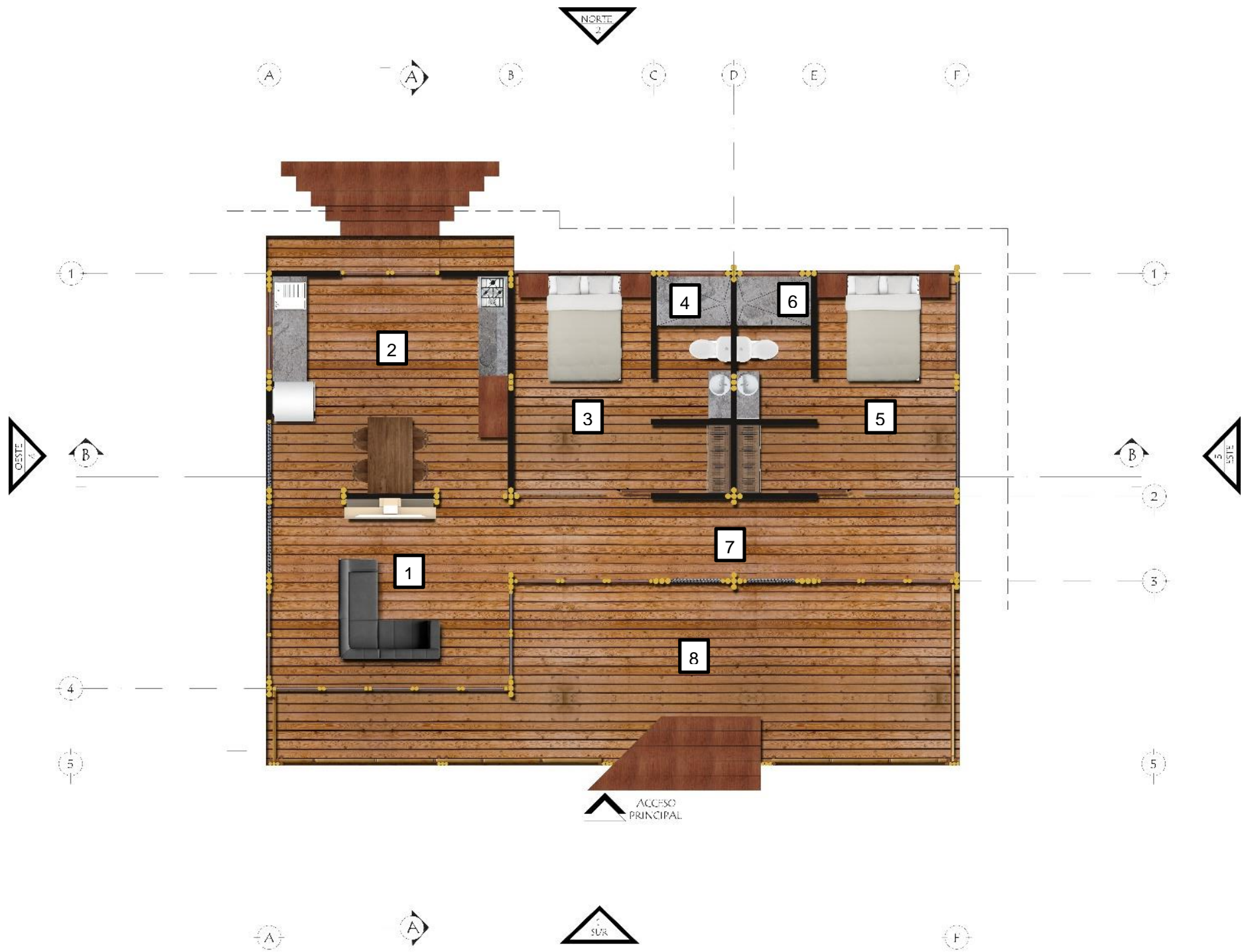


Nº	AMBIENTES	AREAS M²
1	Sala	15.76
2	Cocina / Comedor	18.24
3	Dormitorio 1	7.75
4	Servicio Sanitario 1	4.50
5	Dormitorio 2	7.75
6	Servicio Sanitario 2	4.50
7	Terraza	22.50
	TOTAL	81.00



• **MODELO N° 3**

Es el modelo más grande, diseñado con dimensiones más que cómodas, pensado para familias grandes o grupos de hasta 6 personas.

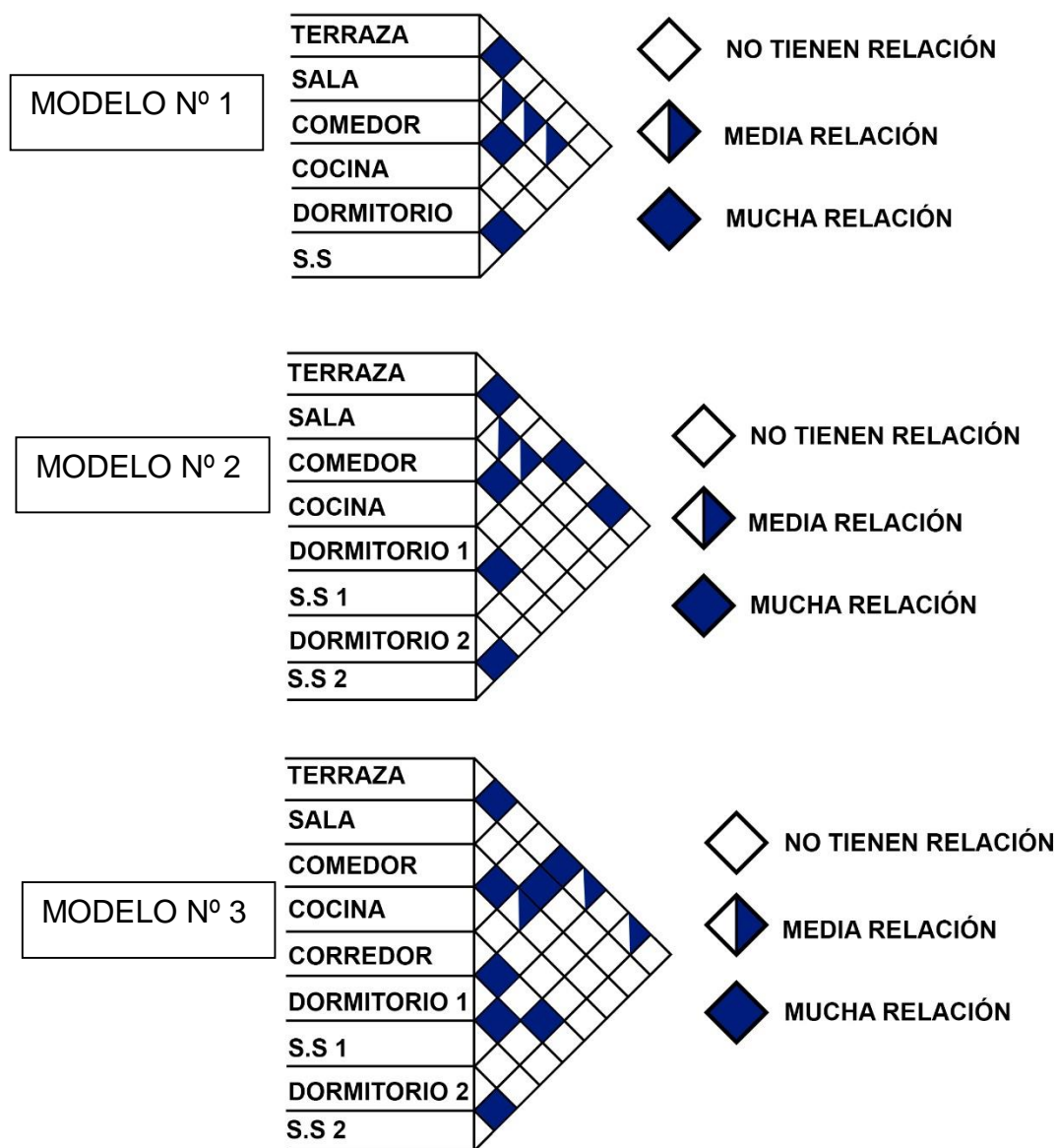


Nº	AMBIENTES	AREAS M²
1	Sala	19.76
2	Cocina / Comedor	22.49
3	Dormitorio 1	15.55
4	Servicio Sanitario 1	4.50
5	Dormitorio 2	15.55
6	Servicio Sanitario 2	4.50
7	Corredor	15.70
8	Terraza	41.00
	TOTAL	139.05



• **MATRIZ DE INTERRELACIONES**

Mediante el siguiente diagrama se puede observar por medio de una red, las relaciones estrechas, pocas estrechas y nulas entre los diferentes ambientes; con el propósito de ayudar a resolver la manera de relacionar los espacios que conforman la obra arquitectónica.





- **Zonificación**

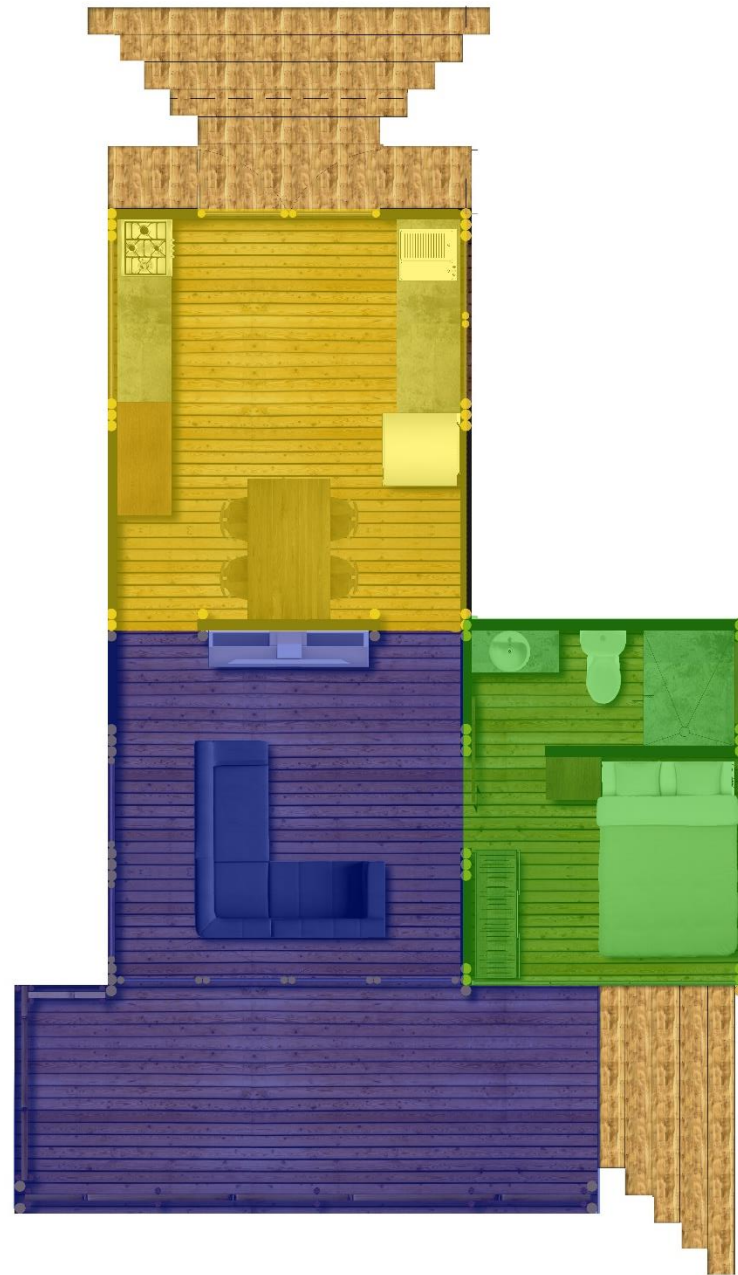
La zonificación de ambientes es necesaria para definir la ubicación de los espacios y las circulaciones. En la zonificación de estas viviendas de descanso se parte de la idea de distribuir las áreas de acuerdo a las necesidades y el confort de los usuarios. La zona publica se ubicó como espacio generador de las viviendas donde parten a desarrollarse el resto de zonas sirviendo como elemento de relación entre las áreas privadas y de servicio manteniendo la intimidad y funcionalidad de las mismas.

La organización espacial de las viviendas es el resultado de la adición de formas rectangulares. Debido a la naturaleza del diseño de estas viviendas y por sus factores paisajísticos se dispuso la zona privada con un acceso directo desde el exterior pero manteniendo la privacidad de las mismas.

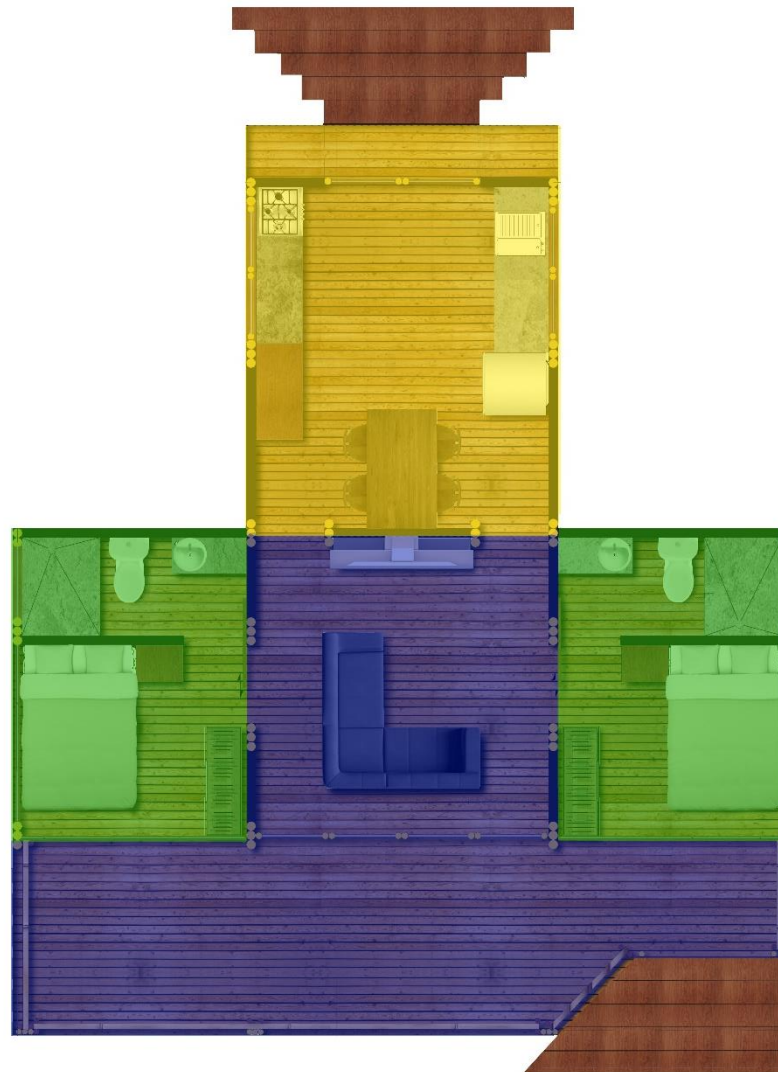
La zona de servicio también presenta su grado de importancia en relación a la privacidad; es por ello que se puede llegar por medio de la zona social o por la parte posterior de las viviendas.



	ZONA SOCIAL
	ZONA PRIVADA
	ZONA DE SERVICIO



MODELO N° 1



MODELO N° 2



MODELO N° 3



4.3.3 Sistema Constructivo

- **Estructura**

El material predominante es el bambú, cuya calidad se consigue en plantas en estado sazonado; es decir mayor de cuatro años. No puede usarse bambú con más de 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%. El bambú debe inmunizarse para evitar el ataque de los insectos xilófagos.

Debido a su capacidad de resistencia puede ser empleado para conformar un sistema estructural completo desde las fundaciones hasta la estructura de techo.

- **Cimentación**

Debido a la topografía del terreno y la naturaleza propia del material que impide que este en contacto directo con el suelo se propone un sistema de fundaciones por medio de pilotes de madera de pochote; la cual debe estar seca y curada con un contenido de humedad del 15%. La madera debe estar sana y libre de defectos tales como pudriciones, rajaduras y nudos.

Para los niveles de desplante de los pilotes deberá ser obligación de constructor el confirmar la existencia de resistencia del suelo de 1.3 kg/cm² y de no haberla deberá tomar las medidas recomendadas por un respectivo estudio de suelo. Para fijar los pilotes de madera al suelo se colocará una mezcla de suelo cemento y agua en proporción 1:8 por peso es decir, una de cemento y ocho de suelo.



- **Paredes**

Compuestas por vigueta inferior, vigueta superior o solera y elementos de unión en los extremos, además de los elementos de arriostre inclinados; todo cubierto por esterilla de guadua y malla de alambre con un recubrimiento final de una capa de mortero a base de cemento, permitiendo que las paredes sean resistente a cargas verticales y fuerzas horizontales de sismo y viento.

Proceso de cerramiento de paredes:



Foto IV-18: Clavado de esterilla a estructura portante.
Fuente: BAMBUKSA

1. Se pre sujeta la caña de bambú (esterilla) en tramos de 50cm. De alto con clavos a la estructura portante de la pared.

2. Se sujeta una malla de alambre sobre la esterilla y se finaliza el clavado.

3. Se aplica un mortero de cemento – arena (1:3) en los lados de la pared o solo en el exterior para tener bambú a la vista en el interior. Es importante que previamente se haya concluido el clavado u otras actividades que puedan afectar el recubrimiento durante su aplicación y secado.



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



Foto IV-20: Revestimiento de mortero en paredes.
Fuente: BAMBUKSA

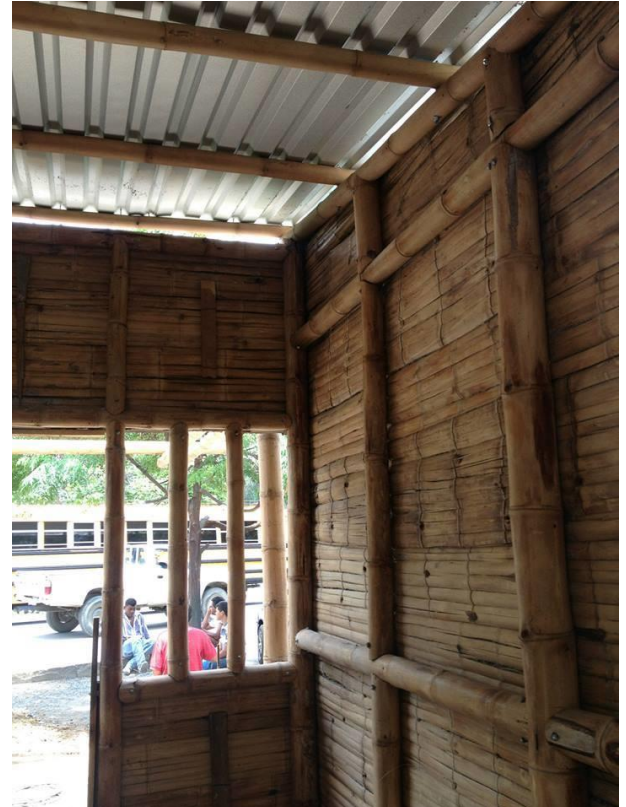


Foto IV-19: Esterilla expuesta en paredes interiores.
Fuente: BAMBUKSA



Foto IV-21: pared con recubrimiento terminado.
Fuente: BAMBUKSA



- **Techo**

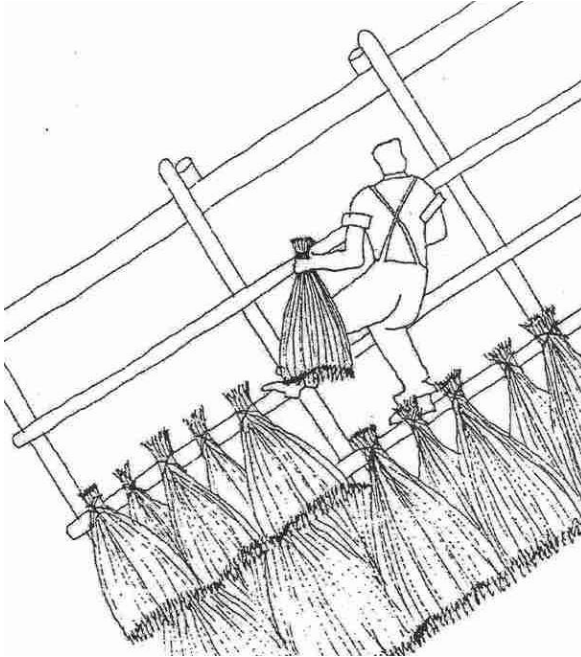


Ilustración IV-8: Colocación de cubierta de techo
Fuente: www.sena.edu.co

Debido a sus excelentes ventajas de resistencia, se propone bambú como elemento estructural de techo. Debe tenerse en cuenta la naturaleza del peso de la cubierta que va a ser empleada en este caso, paja u hojas de palma y láminas de hierro galvanizado ondulado ya que en áreas rurales es preferible utilizar cubiertas vegetales. Las dimensiones, orientación y espaciamiento de las unidades estructurales individuales que soportan la cubierta de techo han de variar de acuerdo con las necesidades de cada caso.



Foto IV-22: Vista interior de cubierta de palma instalada
Fuente: www.fr.123rf.com/photo_18437365



4.3.4 Análisis Formal

- **Concepto Generador**

El concepto generador de los diseños parte de líneas curvas y formas geométricas simples (el cuadrado y el triángulo) trazados sobre un plano horizontal; tomando como elementos inspiradores las esculturas del poeta, pintor y escultor Ernesto Cardenal ya que es un personaje importante en la cultura de Solentiname, lugar donde se encuentra el terreno en estudio y este a su vez se inspira en la fauna local estilizándola y representándola con formas simples y sinuosas.

– Concepto generador Modelo 1:

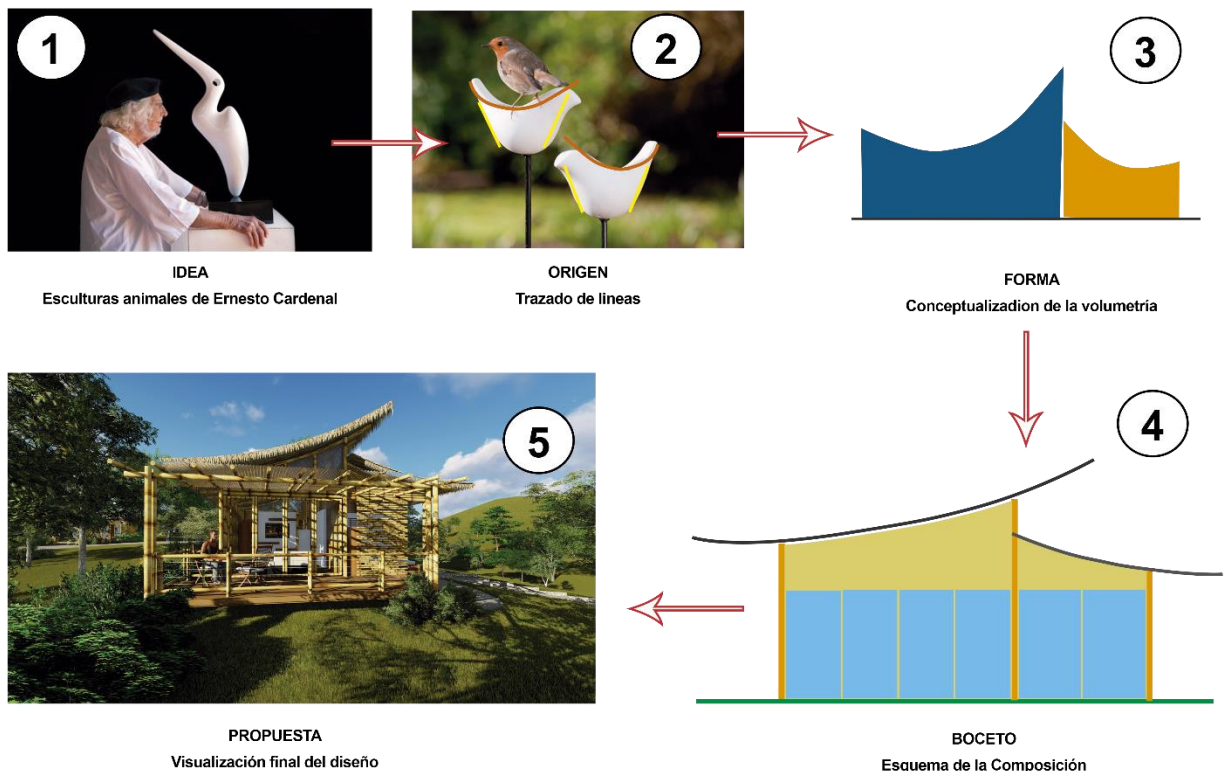


Ilustración IV-9: Concepto Generador Modelo 1
Fuente: Elaboración Propia



– Concepto generador Modelo 2:

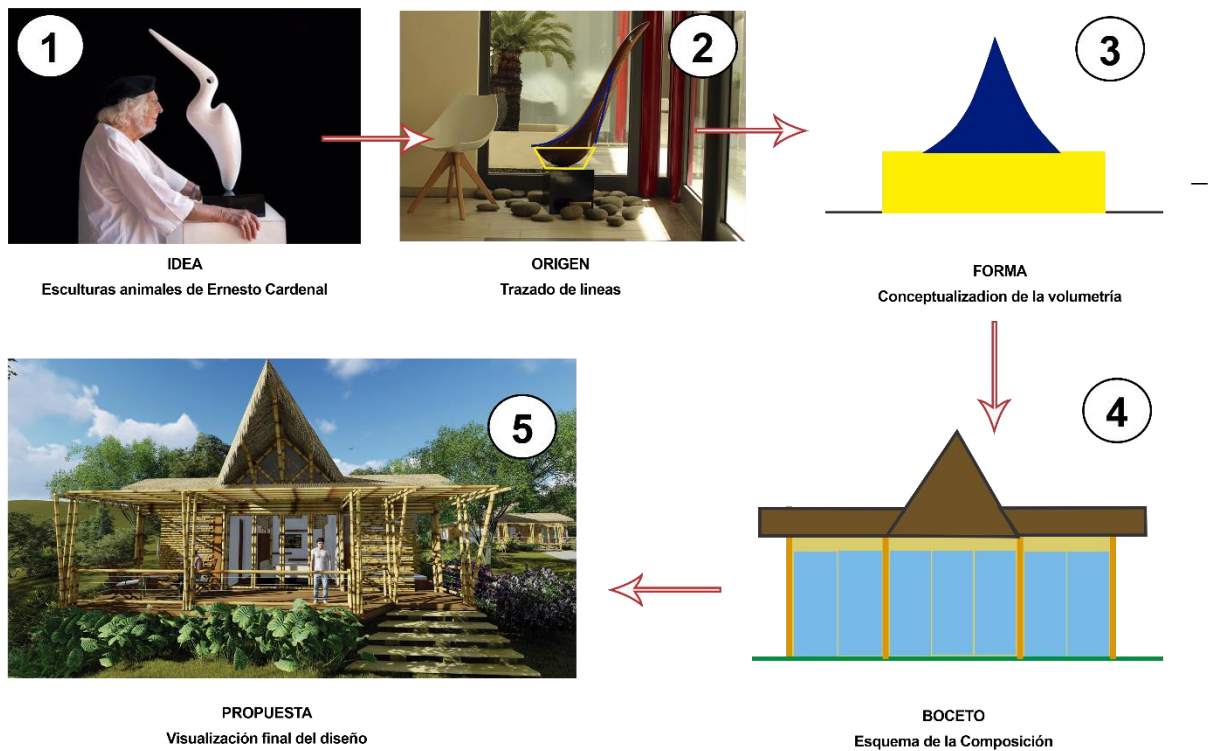


Ilustración IV-10: Concepto Generador Modelo 2
Fuente: Elaboración Propia

– Concepto generador Modelo 3:

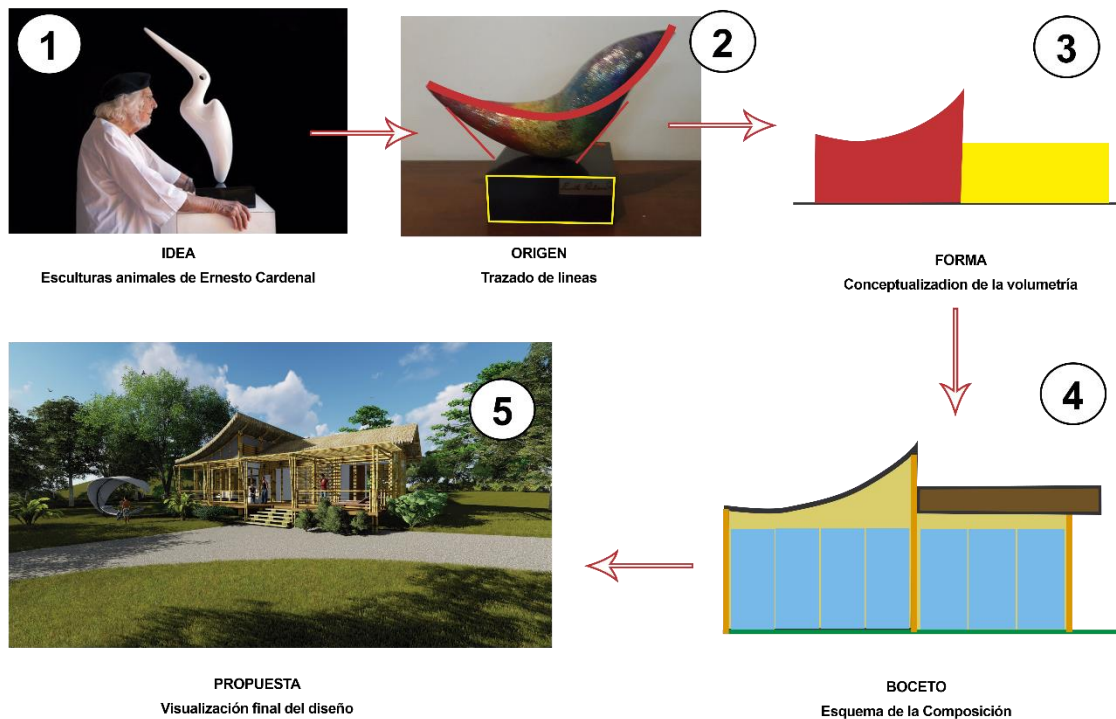


Ilustración IV-11: Concepto Generador Modelo 3
Fuente: Elaboración Propia



- **Elementos compositivos**

La composición volumétrica de las viviendas es bastante regular predominando las formas rectangulares y triangulares con pendientes de techo muy pronunciadas generalmente de dos y cuatro aguas; con grandes ventanas que proporcionan iluminación y ventilación natural además de permitir un mayor contacto con el exterior debido a las vistas paisajísticas del terreno y de esta forma disminuir la sensación de encierro.

Todos los modelos cuentan de una sola planta; en las fachadas se trata de resaltar la estructura del sistema constructivo dejando al descubierto la mayor cantidad de cañas de bambú posibles ya que el bambú posee una textura natural muy estética. La disposición de las áreas de las viviendas se da de forma lineal, la ventaja de esto es hacerlas susceptibles a ser manipulables en caso de expansión y ser ordenadas fácilmente por un elemento organizador al que se hallan vinculado cierto número de formas.

Dentro de los elementos compositivos presentes en los diseños se pueden encontrar: Jerarquía, Ritmo, Repetición y simetría.

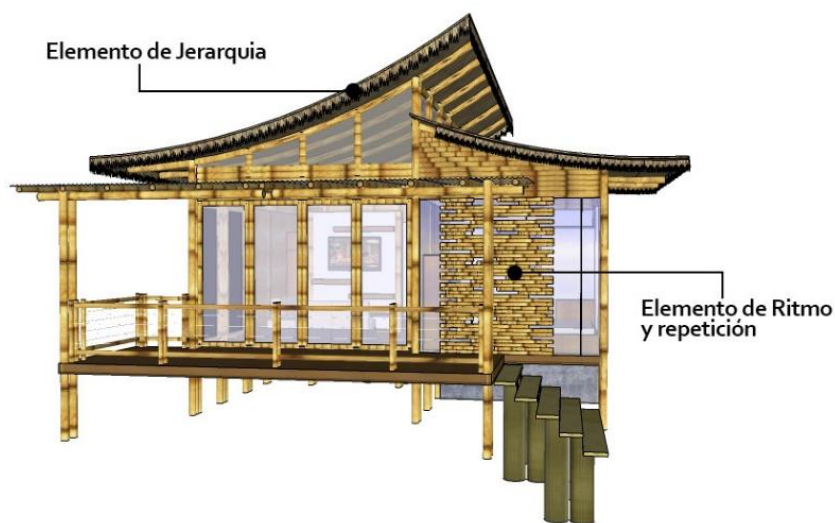


Ilustración IV-12: Modelo N° 1 análisis formal
Fuente: Elaboración Propia

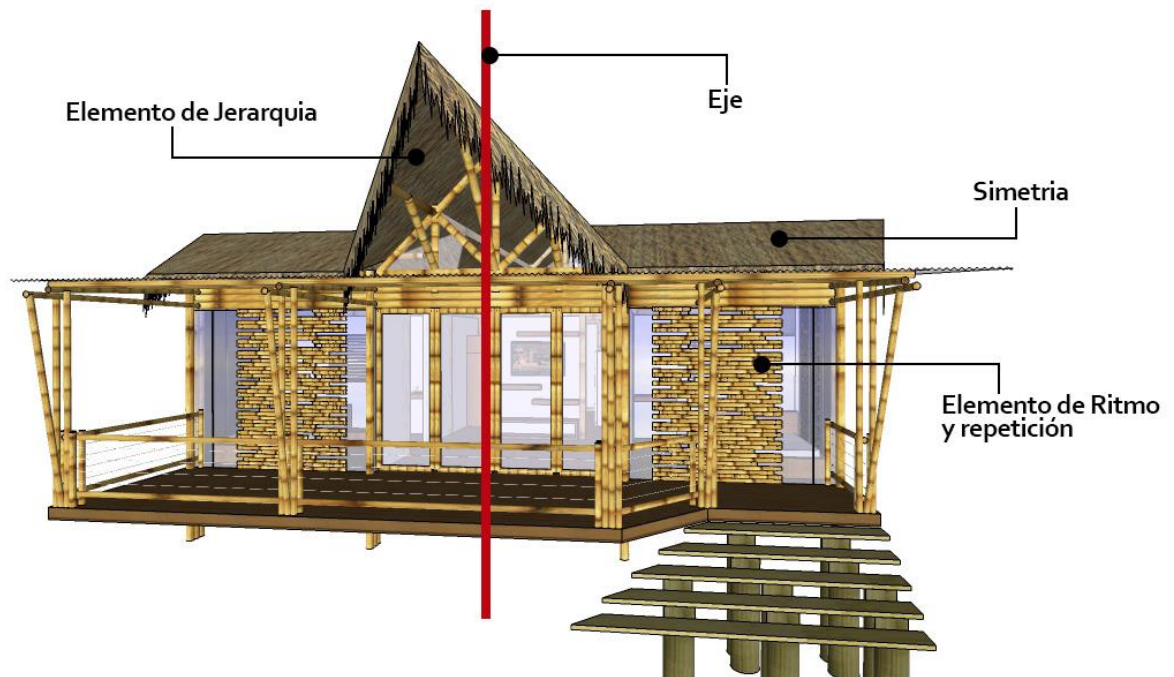


Ilustración IV-13: Modelo N° 2 análisis formal
Fuente: Elaboración Propia

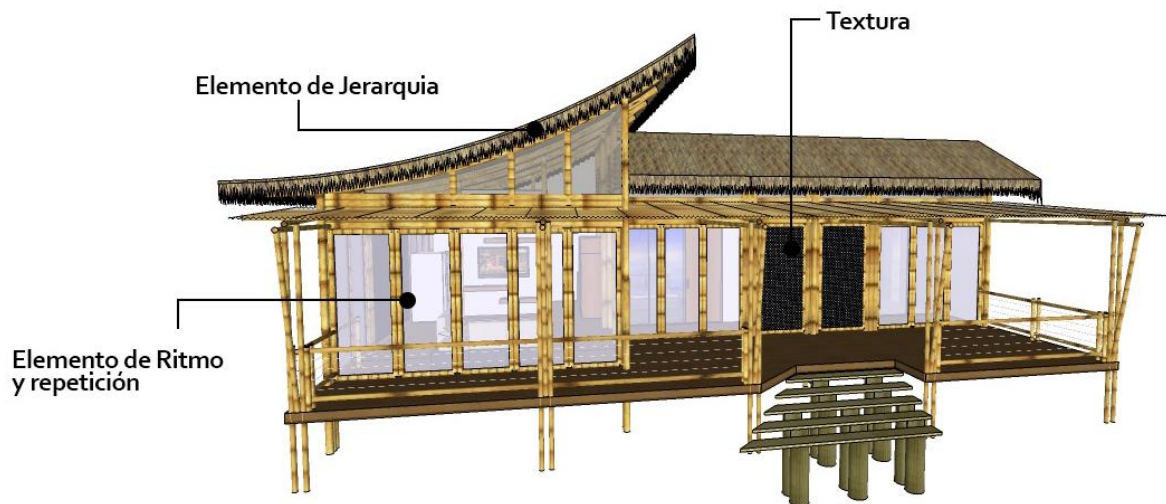


Ilustración IV-14: Modelo N° 3 análisis formal
Fuente: Elaboración Propia



4.3.5 Análisis de Costo



*Foto IV-23: Prototipo de Vivienda de Bambú presentado por UNI
Fuente: Elaboración Propia*

Tomando como referencia, el último proyecto de casa modelo de bambú presentado por parte de la Universidad Nacional de Ingeniería en el 2017 con el respaldo de la cooperación Suiza el cual plantea una

propuesta de vivienda social construida con

bambú como principal material, con un área de 34m^2 y un costo de \$ 11,000.00 se puede tomar una relación costo-metros construidos de: \$ 324 por cada metro cuadrados de construcción.

Siendo que la propuesta cuenta con tres modelos de vivienda se ha calculado un costo aproximado basándose en la información de costo por metro encontrado anteriormente. Entonces se puede plantear de la siguiente forma:

- Modelo 1: $62.20\text{ m}^2 \times \$324/\text{m}^2 = \$ 20,152.80$
- Modelo 2: $81\text{ m}^2 \times \$324/\text{m}^2 = \$ 26,244.00$
- Modelo 3: $139.05\text{ m}^2 \times \$324/\text{m}^2 = \$ 45,052.20$



- **Beneficios económicos y sociales**

- Captador de divisas.
- Fuente alterna de ingresos.
- Materia prima económica
- Posee una variedad de usos para la realización de productos que pueden ser vendidos a un bajo costo.
- Sostenibilidad económica
- Reduce costos en comparación a otros proyectos habitacionales de este tipo.
- Fácil adquisición de las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de construcción.
- Inicio de operaciones que requiere de mano de obra directa (semi-calificada) y mano de obra indirecta (profesionales).
- Generación de empleo
- Desarrollo equilibrado generando actividades económicas en sus diferentes áreas (agricultura, biología, investigación, construcción, turismo, etc.).
- Brindar a la población viviendas económicas y eficientes.
- Contribuir al déficit habitacional de la zona.
- Es un material que brinda las condiciones óptimas para ser aprovechado en la construcción.
- Idóneo para estructuras sismo resistentes. Se puede combinar con otros sistemas constructivos.



4.3.6 Tiempo de Construcción

Basado en la información recopilada por medio de las entrevistas a especialistas con experiencia en el uso del Bambú en la construcción, se puede estimar un tiempo de construcción para cada vivienda de dos meses; esto debido a la dificultad de accesibilidad al sitio de emplazamiento del proyecto puesto que todo el material debe ser transportado por medio acuático.



4.3.7 Renders



Ilustración IV-15: Vista Aérea de Conjunto
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-16: Vista Aérea de Conjunto
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-17: Vista Muelle de acceso al Sitio
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-18: Vista hacia lago desde Muelle
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-19: Vista en planta Modelo N° 1
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-20: Vista Frontal Modelo N° 1
Fuente: Elaboración propia



Ilustración IV-21: Vista Lateral Modelo N° 1
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-22: Vista Posterior Modelo N° 1
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-23: Vista hacia Lago desde Modelo N° 1
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-24: Vista Frontal Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-25: Vista Frontal Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-26: Vista Lateral Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-27: Vista Posterior Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia

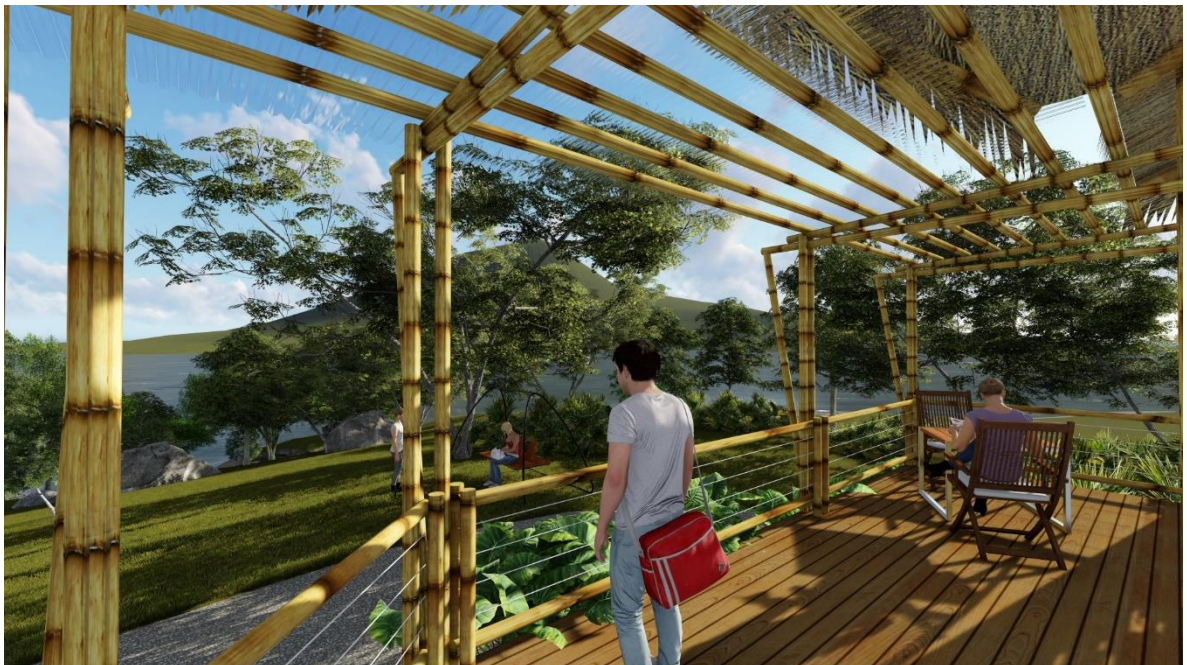


Ilustración IV-28: Vista hacia Lago desde Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-29: Vista en planta Modelo N°3
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-30: Vista Frontal Modelo N°3
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-31: Vista Lateral Modelo N°3
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-32: Vista Posterior Modelo N°3
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-33: Vista hacia Lago desde Modelo N° 3
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-34: Vista Frontal Modelo N° 2
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-35: Vista Aérea hacia Lago
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración IV-36: Vista Aérea hacia Lago
Fuente: Elaboración Propia

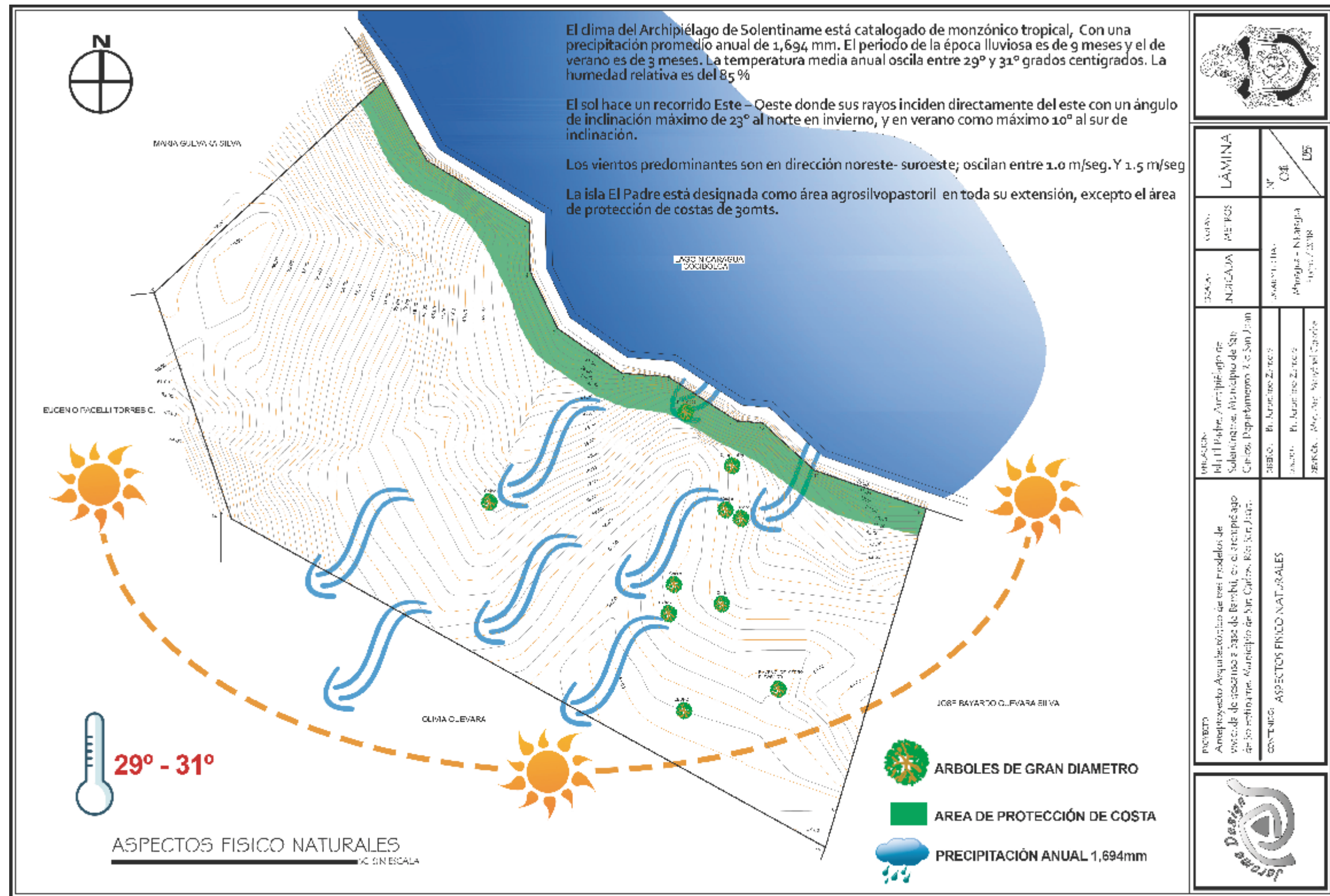


Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.

4.3.8 Planos Arquitectónicos

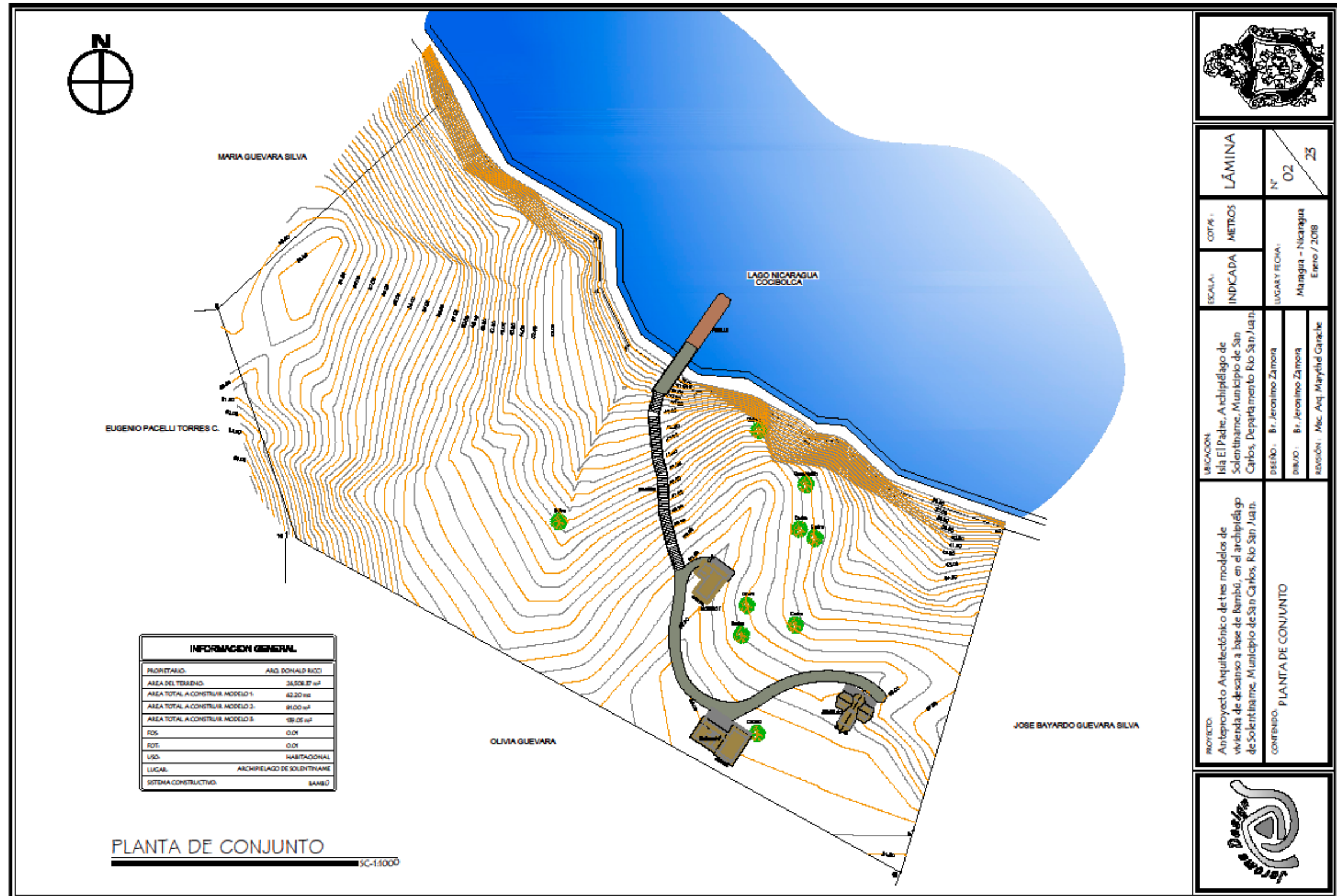


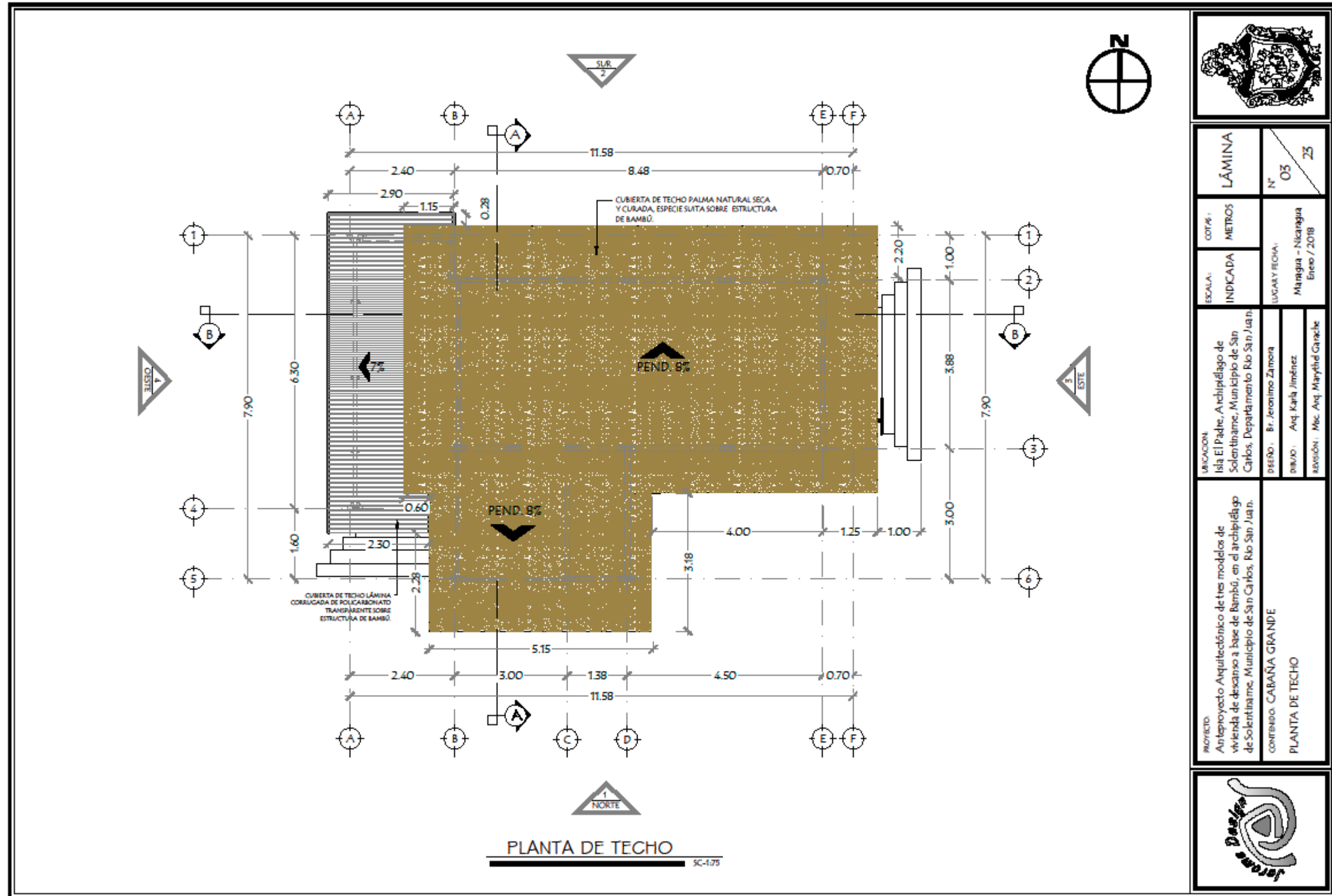
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.





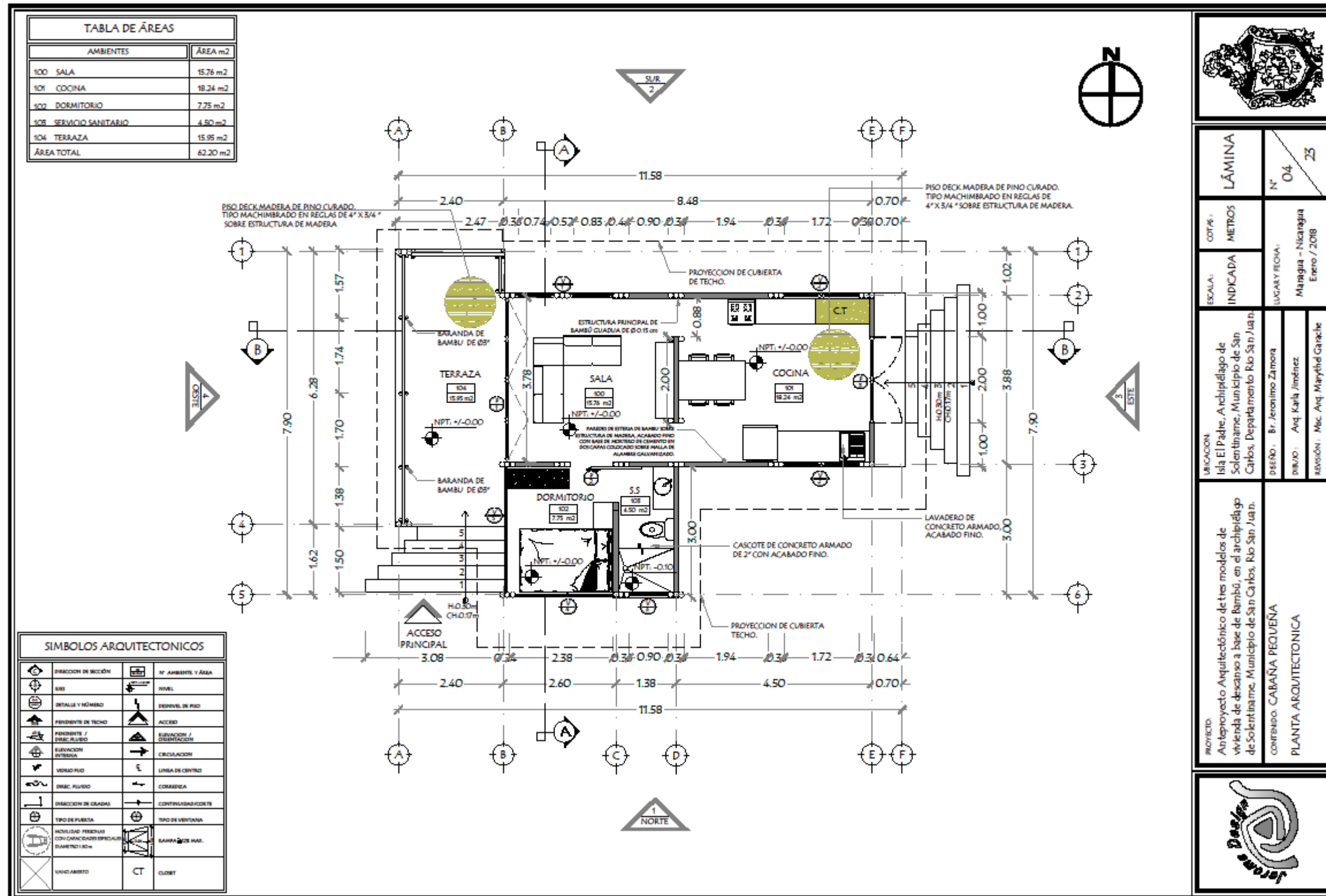
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.





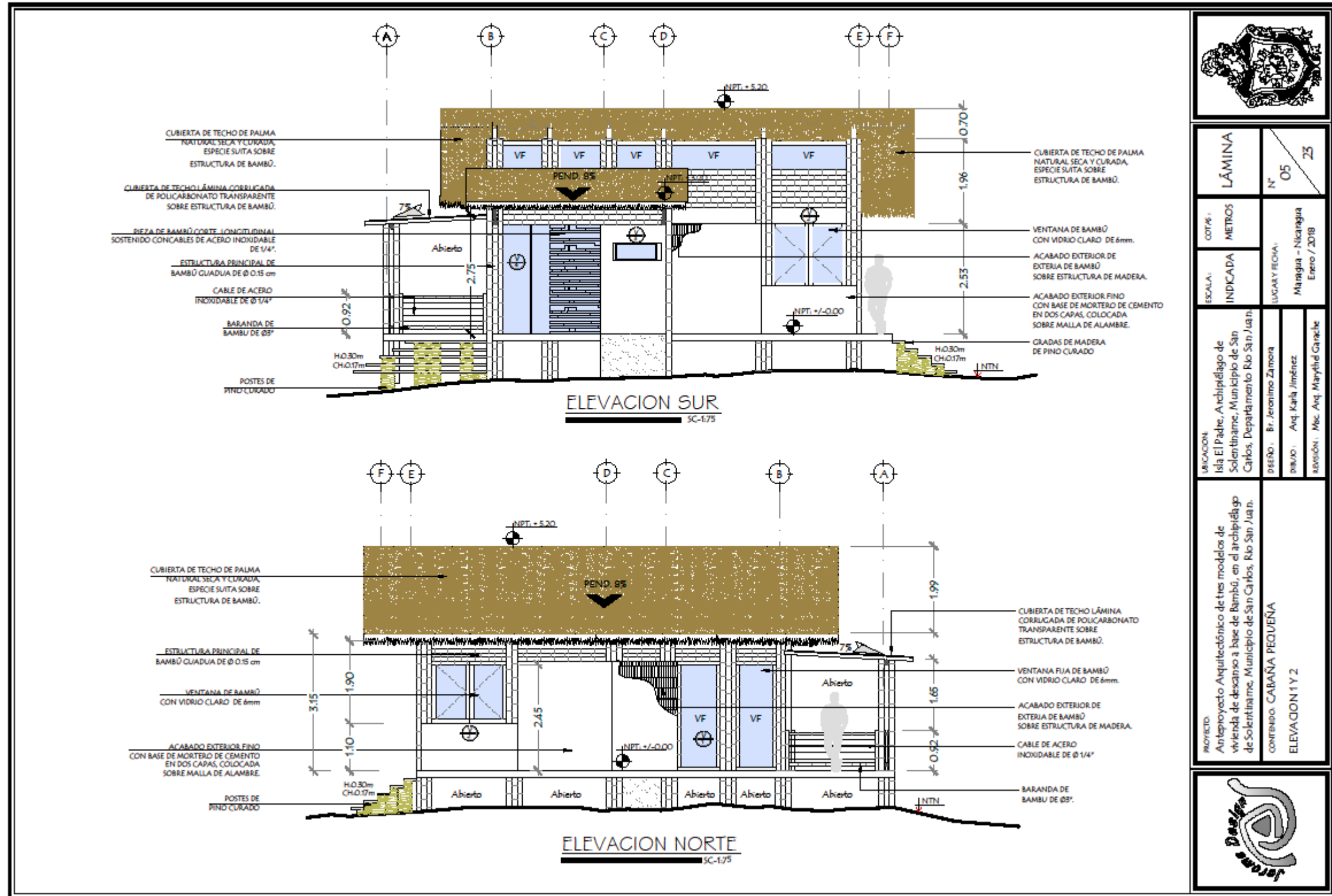


Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.



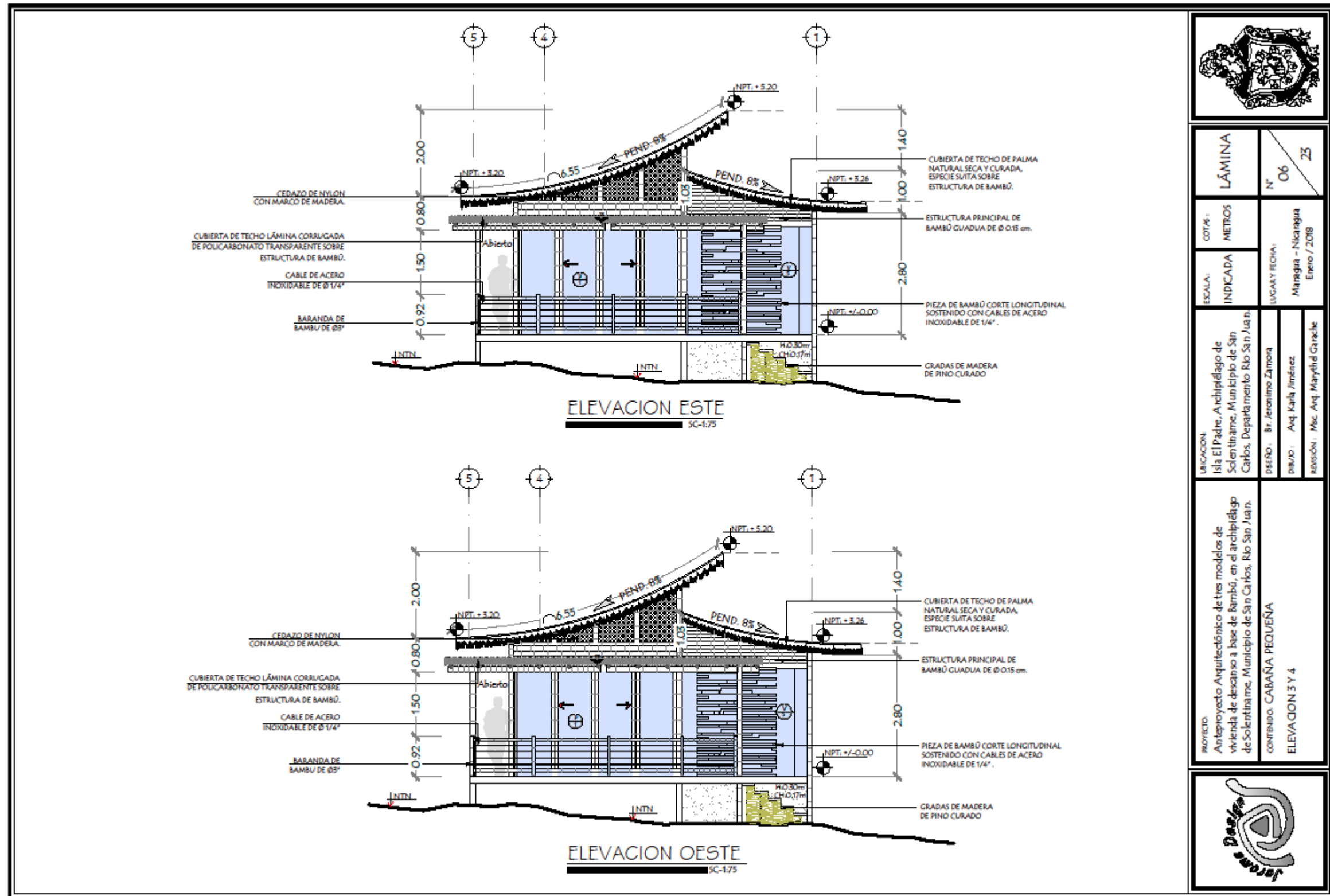


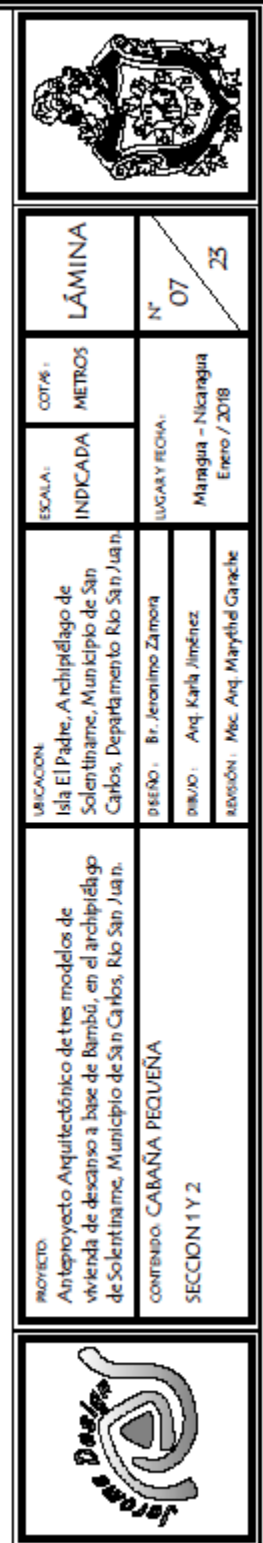
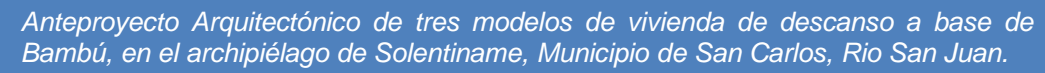
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.

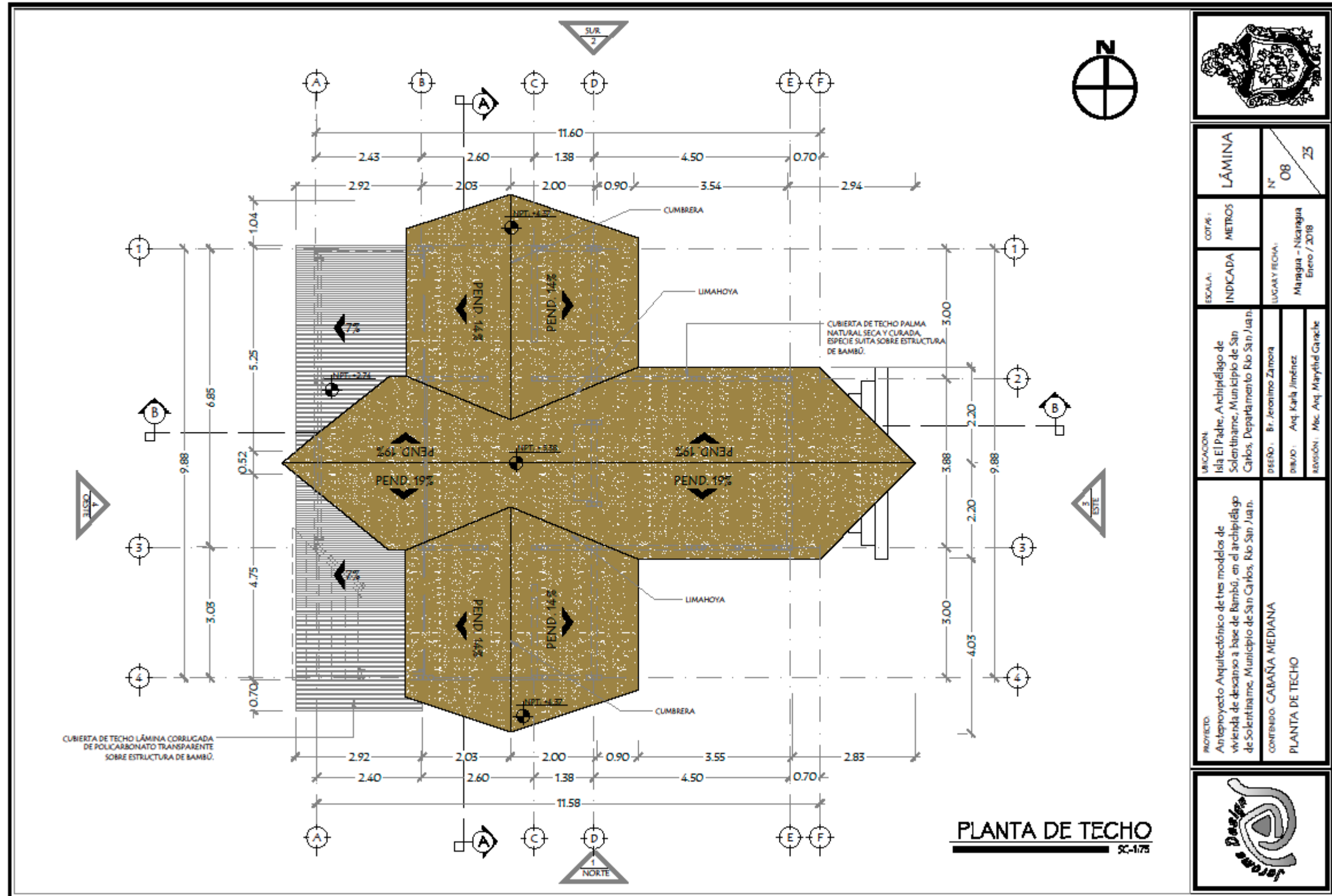


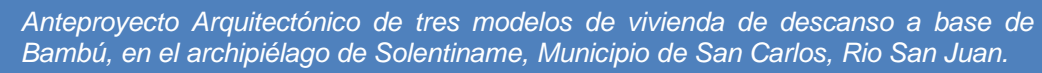


Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



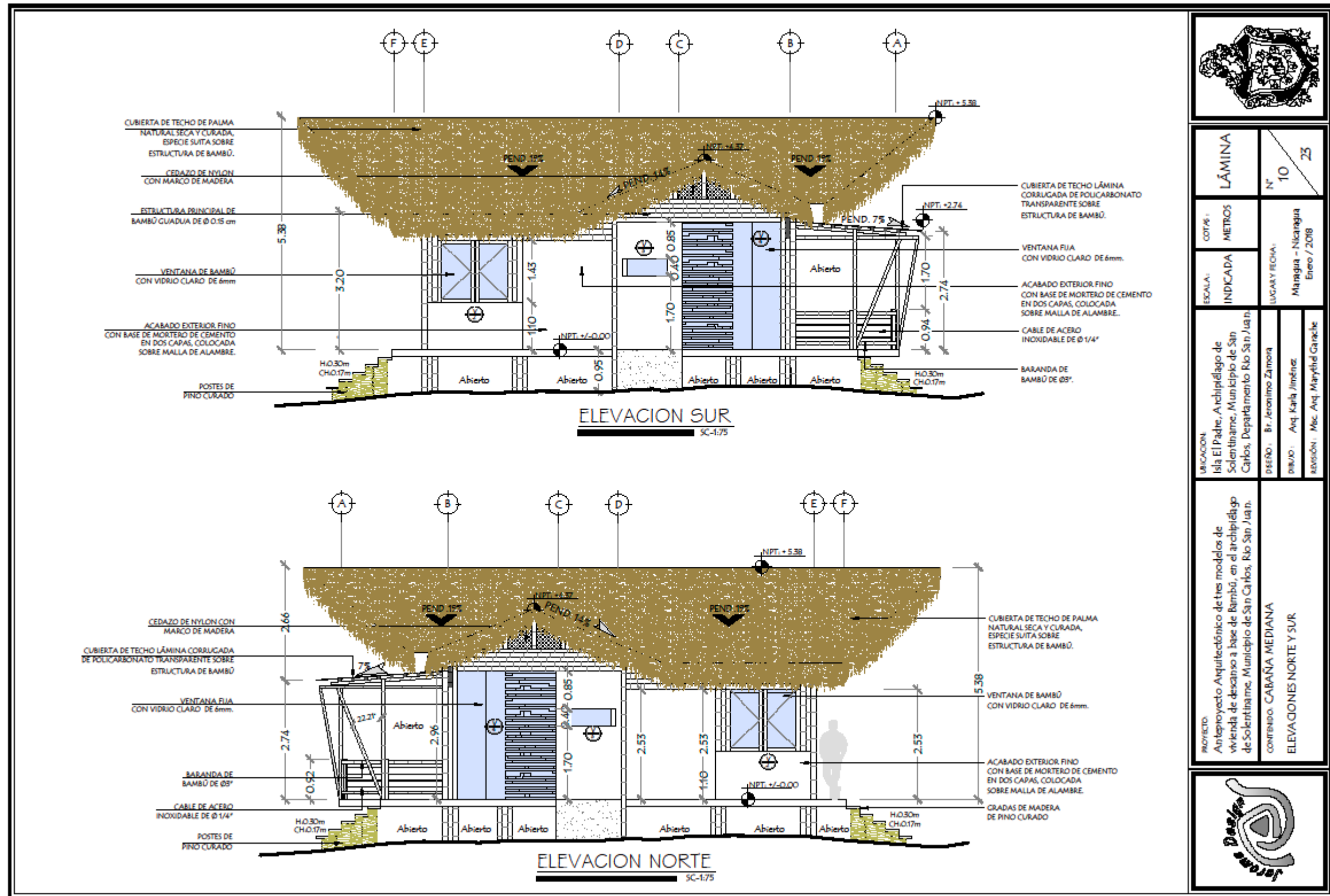






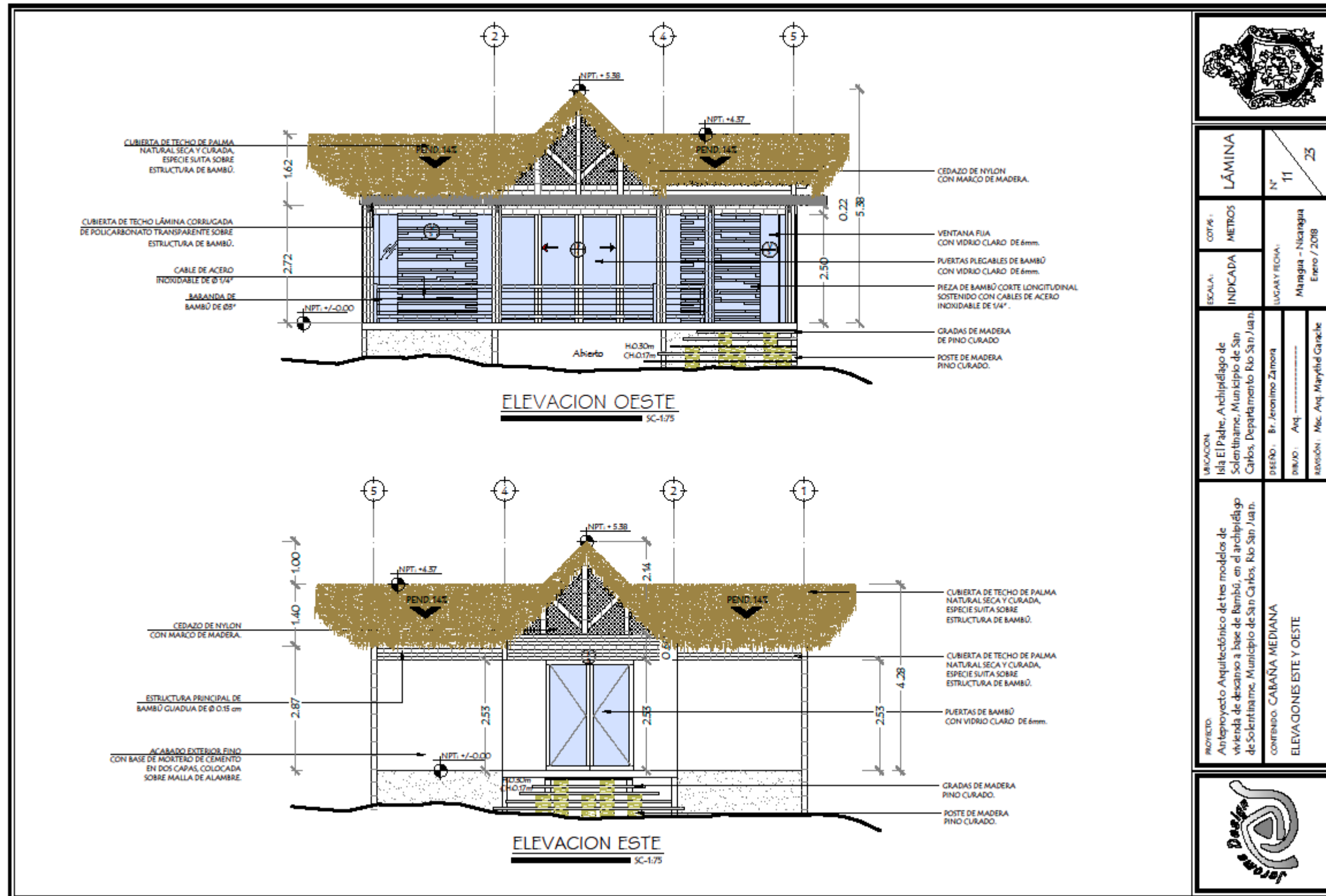


Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.





Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.



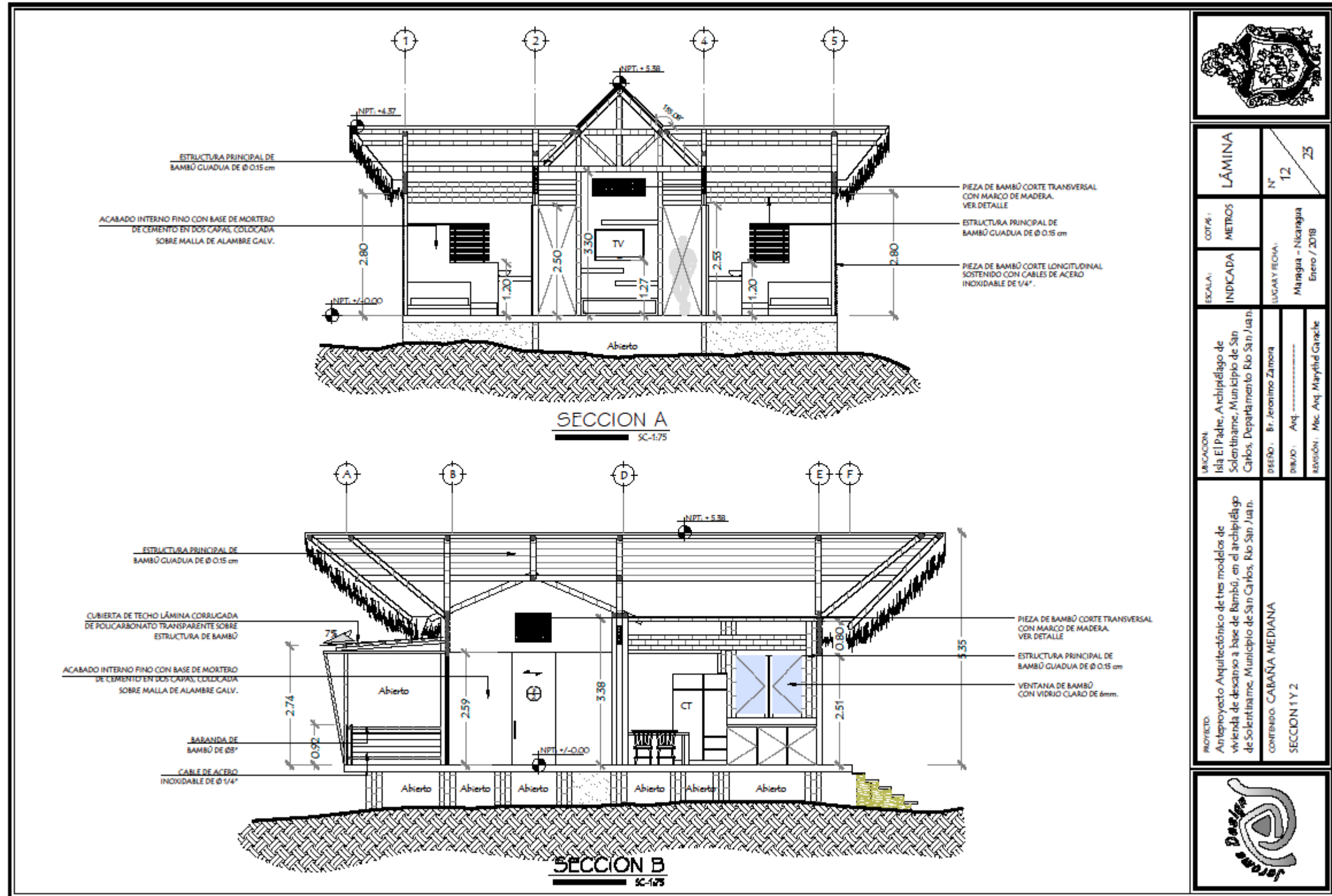


LÁMINA
N° 12 / 25

COTAS:
METROS

ESCALA:
INDICADA

UBICACION:
Isla El Padre, Archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Departamento Rio San Juan

DISEÑO: Br. Jerónimo Zamora
DIBUJO: Arq.
REVISIÓN: Msc. Arq. Marybel Canache

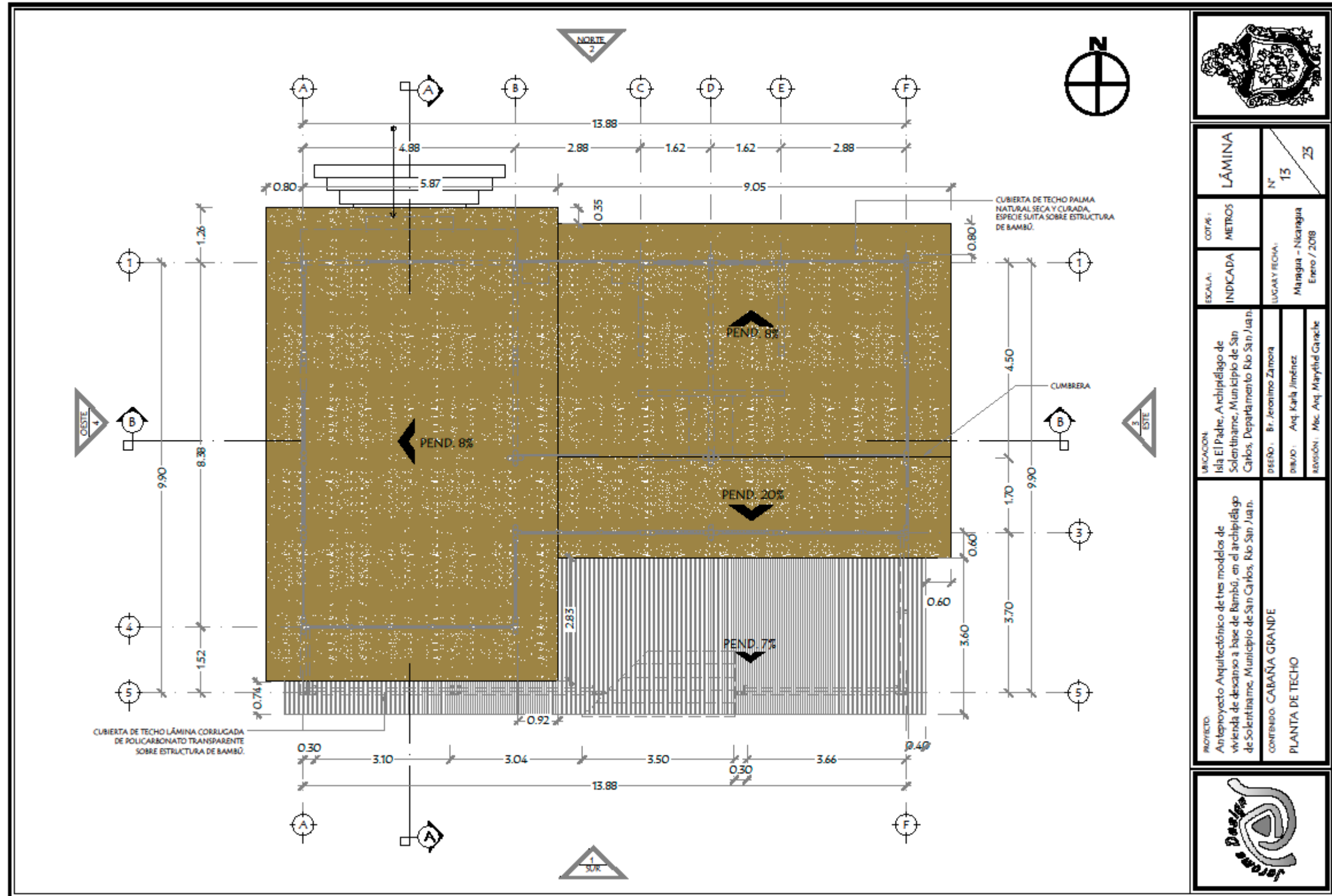
PROYECTO:
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.

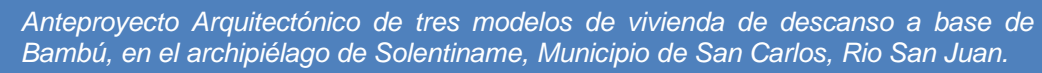
CONTENIDO: CABAÑA MEDIANA
SECCION 1 Y 2





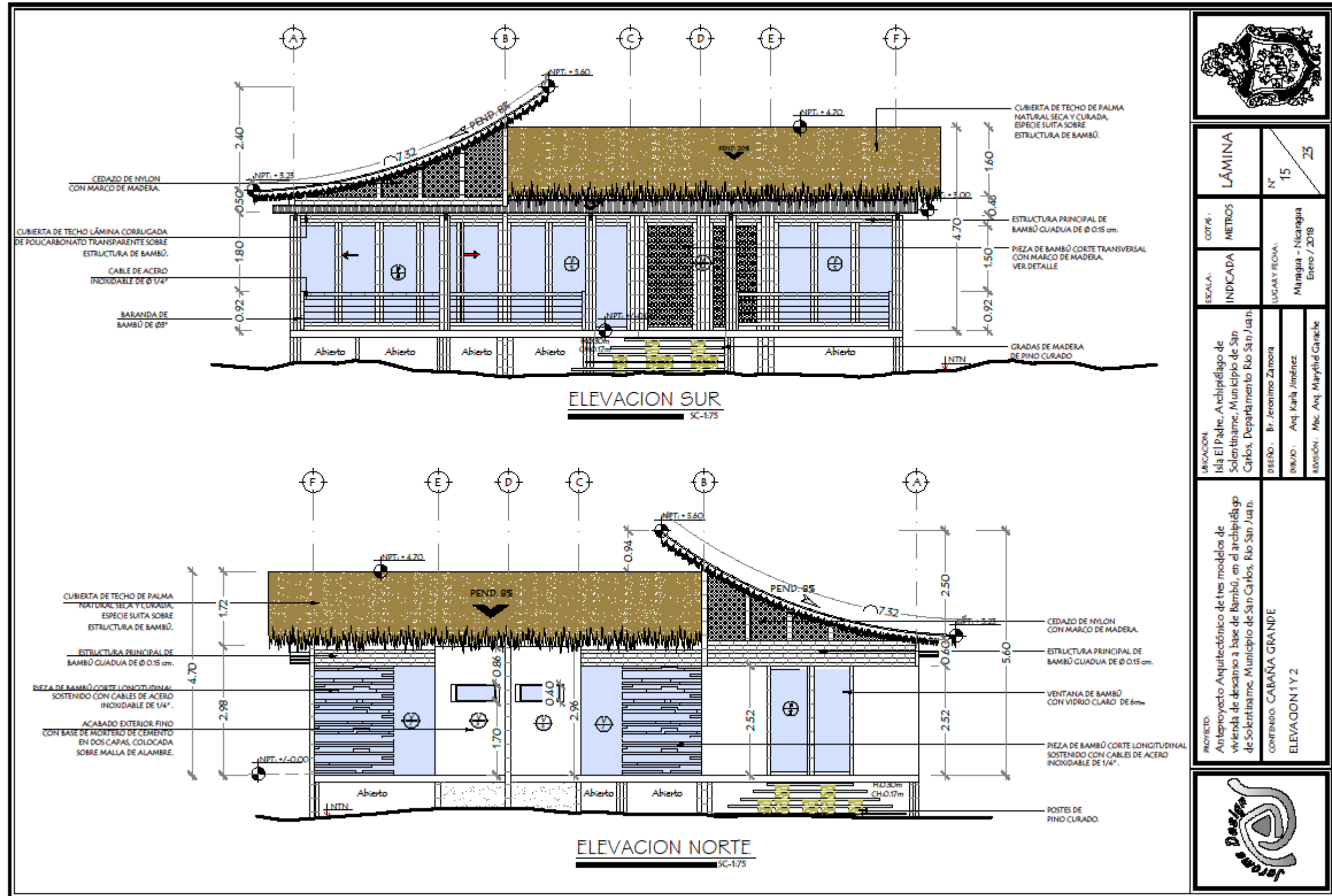
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.





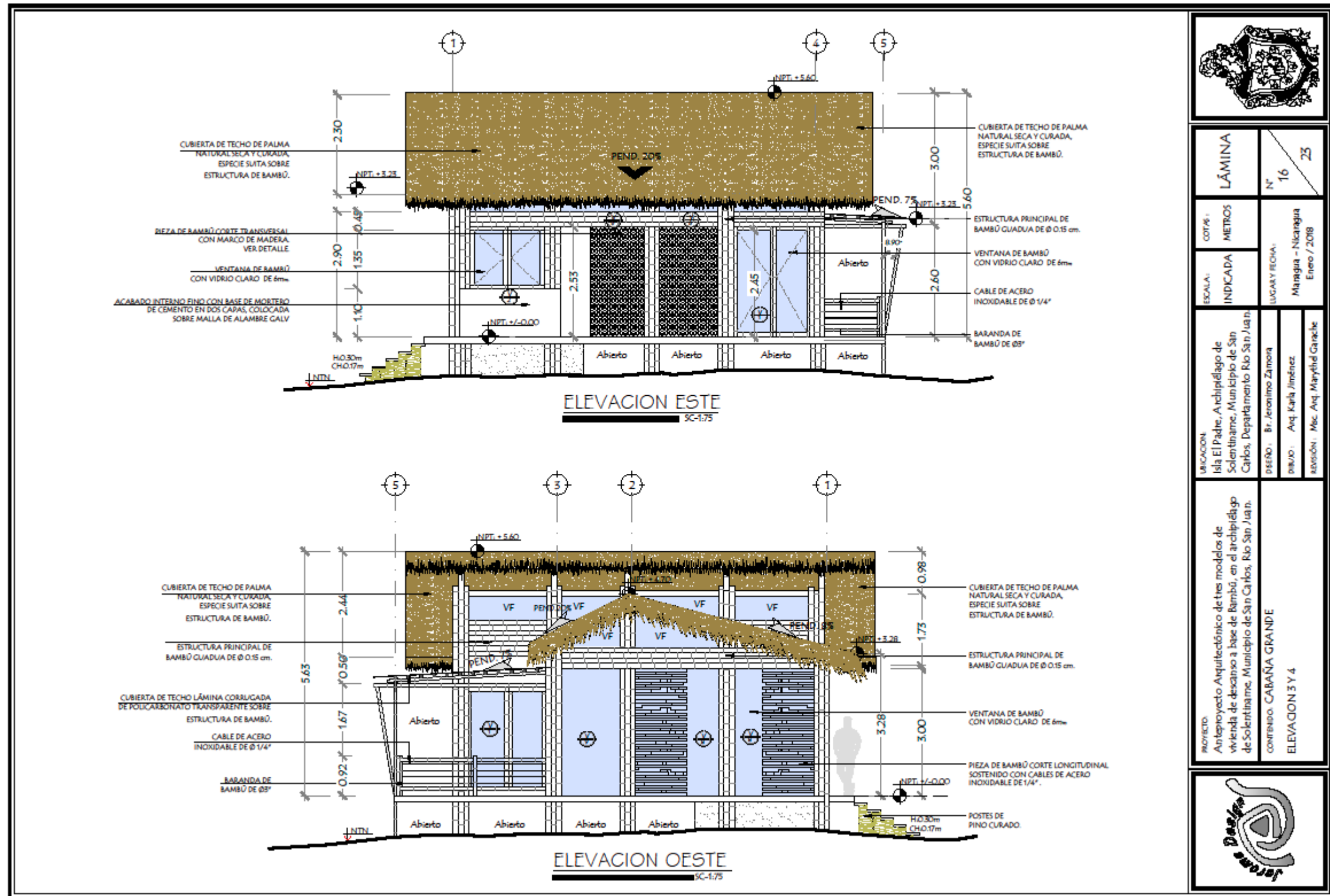


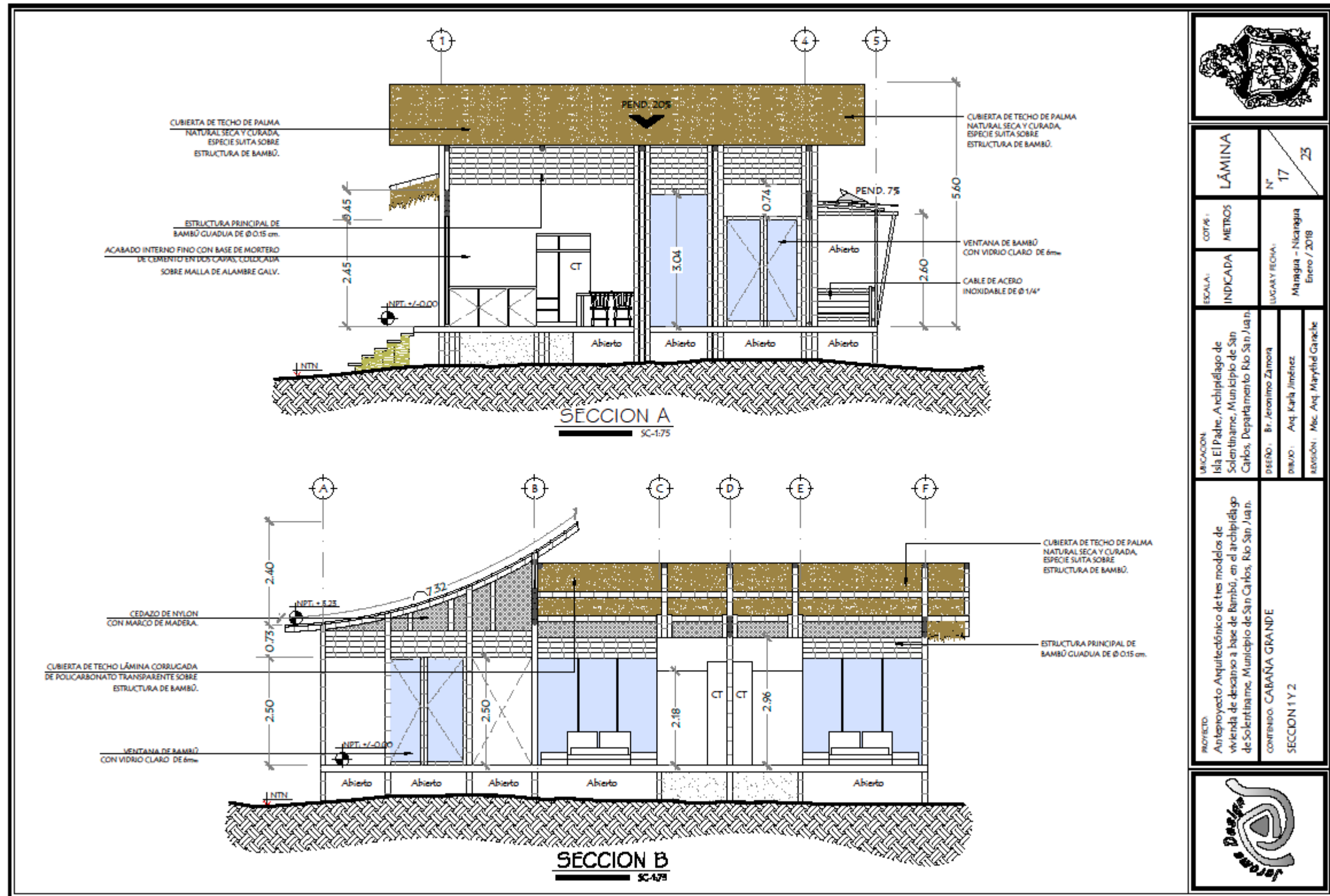
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.

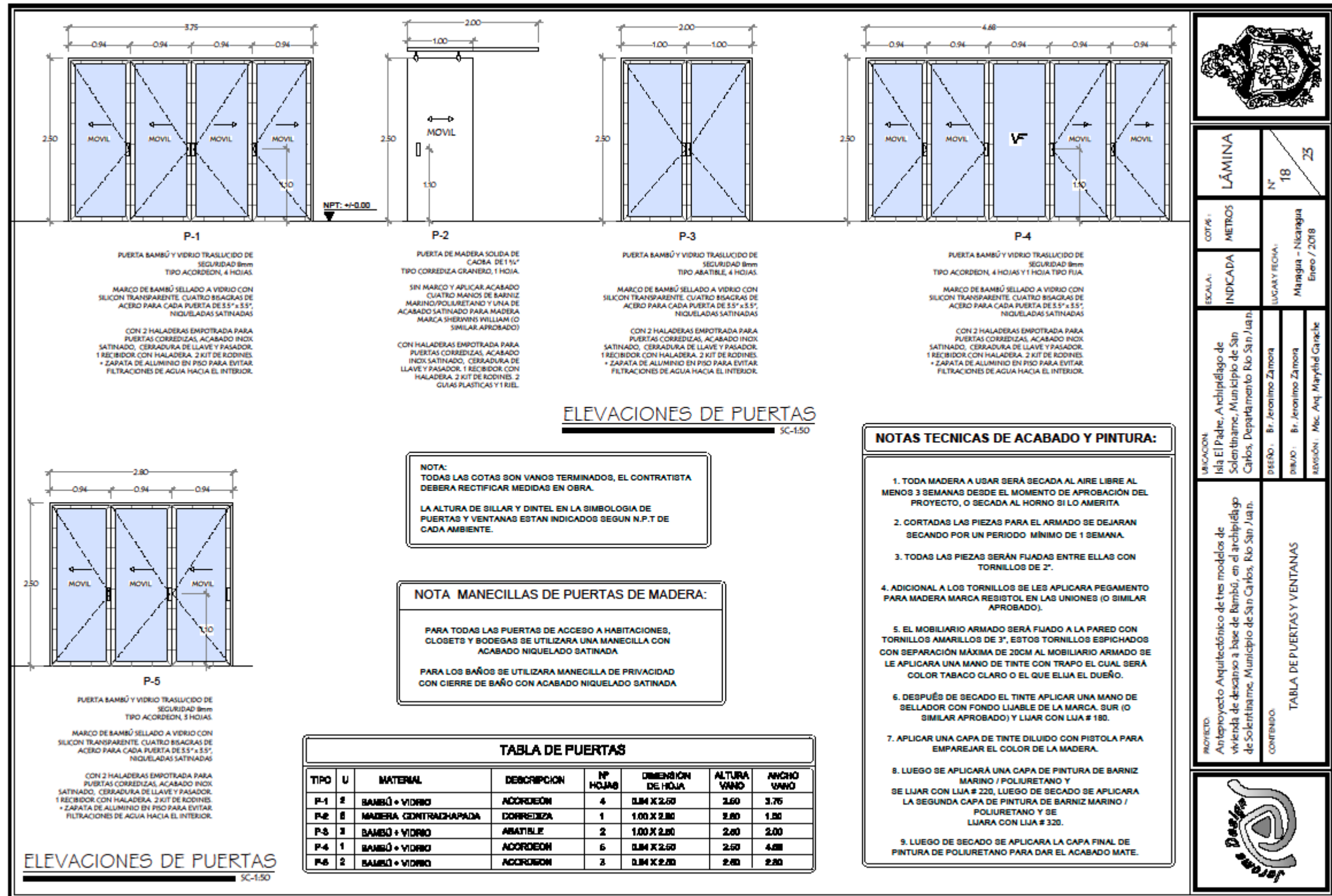


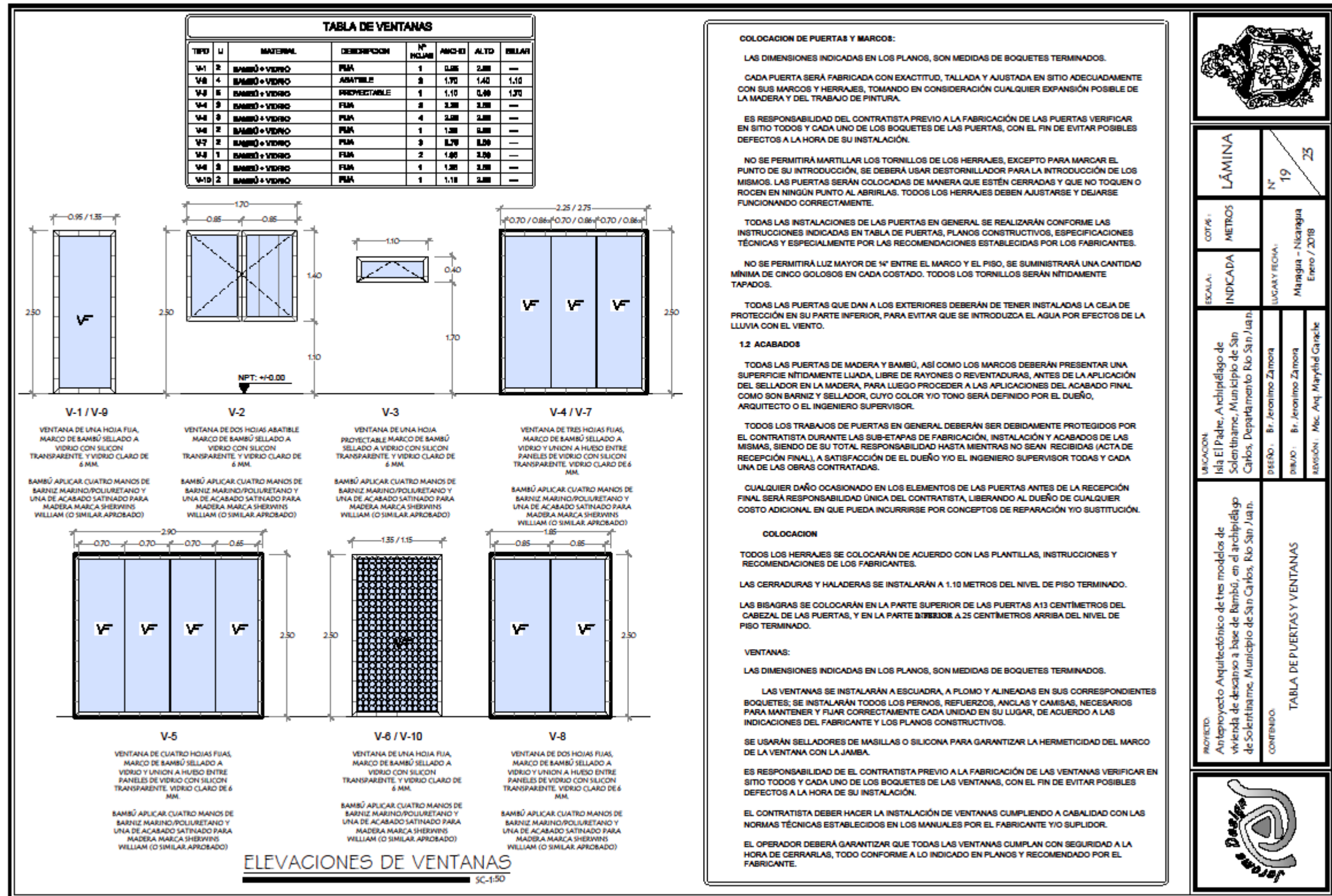


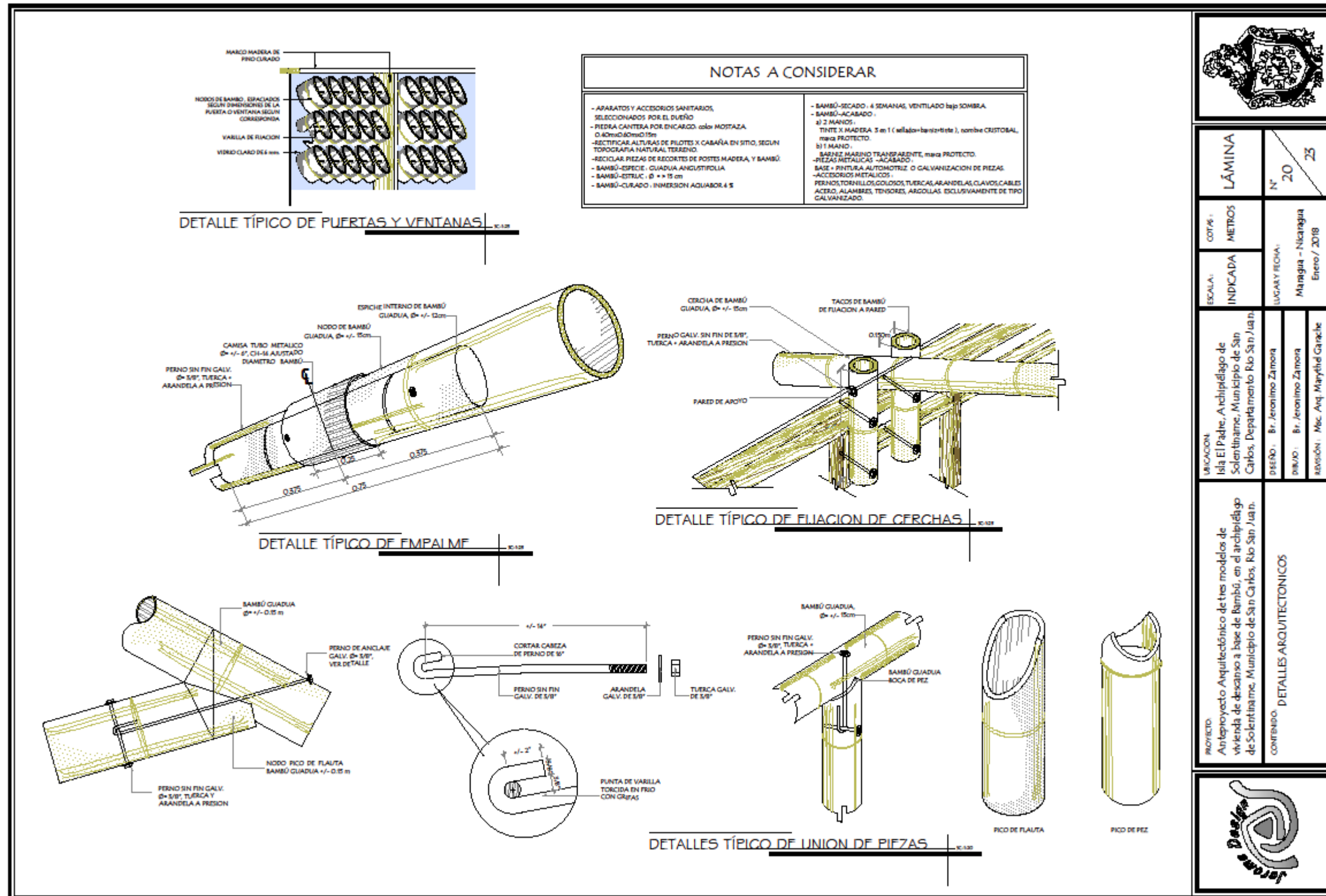
Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Rio San Juan.

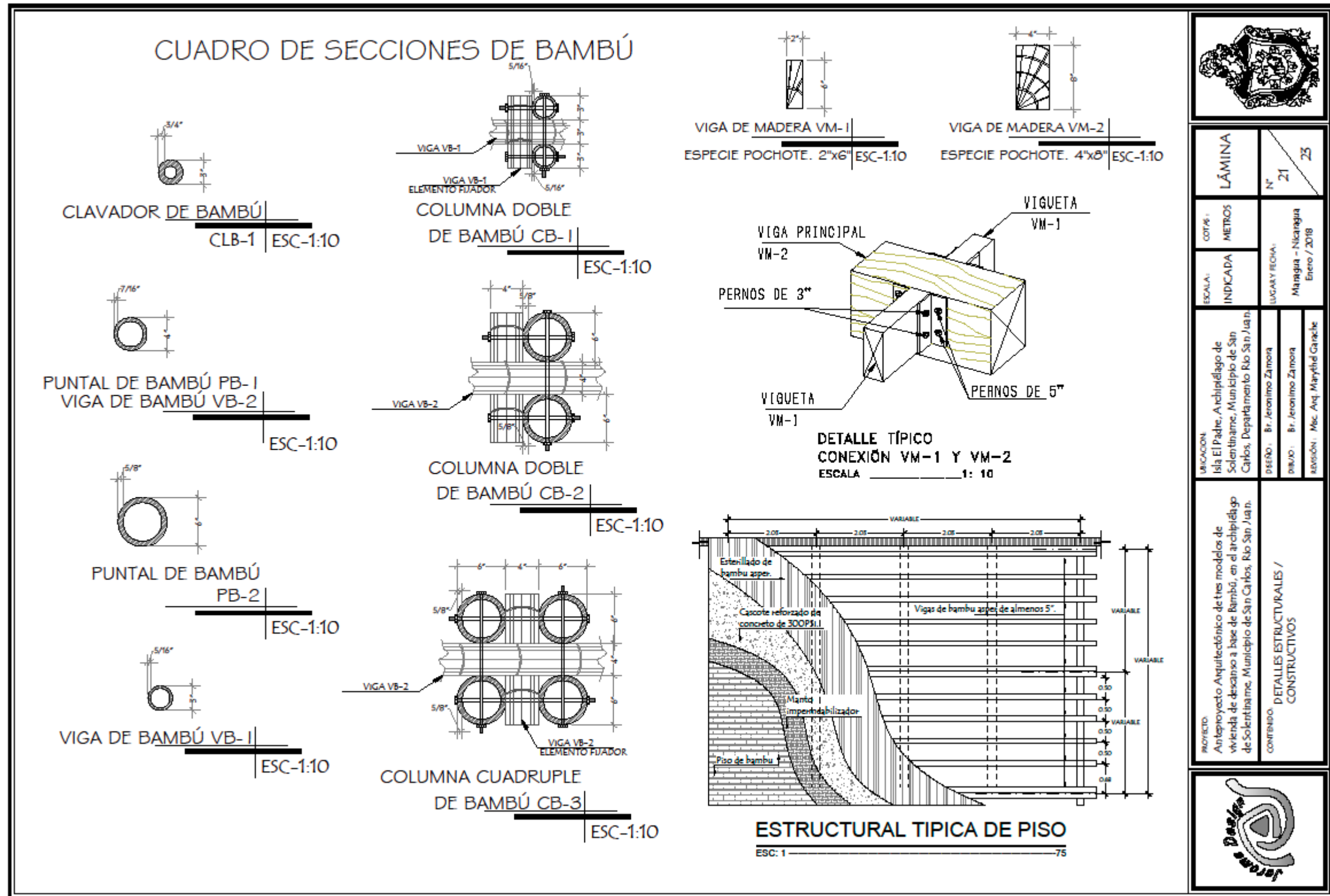


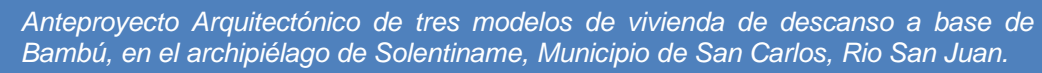














NOTAS GENERALES

EL CONSTRUCTOR DEBERA VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y CONDICIONES DEL TERRENO Y COMUNICAR LAS ANOMALIAS AL DISEÑADOR ANTES DE COMENZAR LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION. EL CONTENIDO DE ESTOS PLANOS ES PROPIEDAD DEL DISEÑADOR Y NO PODRAN USARSE SIN AUTORIZACION. LA FIRMA Y SELLO ORIGINAL DEBERA APARECER EN CADA COPIA DE PLANO. EL DISEÑADOR NO SE HACE RESPONSABLE POR EL USO DE MATERIALES DE MENOR CALIDAD QUE LOS AQUI INDICADOS, POR MALA EJECUCION DE LA CONSTRUCCION Y POR PROBLEMAS SURGIDOS DE NO SEGUIR LAS INDICACIONES DE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES AQUI SEÑALADAS NO SE HACE RESPONSABLE POR MODIFICACIONES O CAMBIOS HECHOS SIN SU AUTORIZACION ESCRITA. EN EL CASO DE HABER CONTRADICCIONES EN LO INDICADO EN LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y LOS ARQUITECTONICOS Y LOS DE LAS OTRAS ESTAS NOTAS GENERALES DEBERAN AMPLIARSE CON EL REGLAMENTO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION. SE PODRAN USAR MADERAS DE LAS ESPECIES: PINO, POCHOTE, U OTRA QUE TENGA POR LO MENOS LOS SUIGUIENTES VALORES DE FATIGA:

MADERA

- PARA EL CASO DE PINO:
- *FLEXION ESTATICA: 116Kg/cm²
 - *MODULO DE ELASTICIDAD: 130000Kg/cm²
 - *COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS: 81 Kg/cm²
 - *COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS: 26 Kg/cm²
 - *CORTANTE HORIZONTAL: 7 Kg/cm²

EN CASO DE USARSE PINO, DEBERA SER TRATADO CON MADEROL U OTRO PRODUCTO SIMILAR.

- PARA EL CASO DE POCHOTE:
- *FLEXION ESTATICA: 98.0Kg/cm²
 - *MODULO DE ELASTICIDAD: 74500Kg/cm²
 - *COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS: 69 Kg/cm²
 - *COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS: 22 Kg/cm²
 - *CORTANTE HORIZONTAL: 5.0Kg/cm²

LAS PIEZAS DEBERAN SER RECTAS Y SIN TORCEDURAS, CON LASDIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS. LA MADERA DEBERA ESTAR CURADA Y SECA (CONTENIDO DE HUMEDAD DEL 15%). LA MADERA DEBERA ESTAR SANA Y LIBRE DE DEFECTOS TALES COMO PUDRICIONES, RAJADURAS Y NUDOS.

SUELOS

SE CONSIDERO EN LOS CALCULOS UNA CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO DE 1.3 Kg/cm² A LOS NIVELES DE DESPLANTE DE LOS PILOTES ES OBLIGACION DEL CONSTRUCTOR EL CONFIRMAR LA EXISTENCIA DE ESTA RESISTENCIA Y DE NO HABERLA, TOMAR LAS MEDIDAS RECOMENDADAS POR EL ESTUDIO DE SUELO. PARA FIJAR LOS PILOTES DE MADERA AL SUELO SE COLOCARA UNA MEZCLA DE SUELO CEMENTO Y AGUA EN PROPORCION 1:8 POR PESO ES DECIR 1 DE CEMENTO Y OCHO DE SUELO.

BAMBÚ

SE PODRAN USAR BAMBÚ DE LAS ESPECIES: GUADUA ANGUSTIFOLIA, GUADUA ANPLEXIFOLIA (Gadua Hembra), U OTRA QUE TENGA POR LO MENOS LOS SUIGUIENTES VALORES DE FATIGA:

GUADA ANGUSTINFOLIA:

- ESFUERZOS MECANICOS
- *TENSION: 1530 Kg/cm²
 - *COMPRESION: 398 Kg/cm²
 - *FLEXION: 775 Kg/cm²
 - *CORTANTE: 204 Kg/cm²
 - *IMPACTO: 92 Kg/cm²

DENSIDAD = 0.8 gr/cm³

PROMEDIOS DE ESFUERZOS MECANICOS

- *MODULO DE ELASTICIDAD COMPRESION: 125384 Kg/cm²
- *MODULO DE ELASTICIDAD FLEXION: 129806 Kg/cm²
- *RESISTENCIA EN EL LIMITE PROPORCIONAL COMPRESION: 178 Kg/cm²
- *RESISTENCIA EN EL LIMITE PROPORCIONAL FLEXION: 340 Kg/cm²
- *ESFUERZO DE CARGA MAXIMA: 343 Kg/cm²
- *ESFUERZO DE CARGA MAXIMA: 624 Kg/cm²

PESO ESPECIFICO = 0.6 gr/cm³

DEBERAN SER MAYORES DE 4 AÑOS , PREVIAMENTE CURADOS, SECADOS AL AIRE SIN INCIDENCIA DIRECTA DEL SOL (CONTENIDO DE HUMEDAD JOVENES = 15%, MADUROS = 13% Y TRATADOS CON INMUNIZANTES. LOS BAMBUES "LARGUEROS" DEBERAN TENER UN NUDO EN LA PARTE DE CONECCION A LA CUMBRERA.

ENTALLADURAS UTILIZADAS EN LA UNION DE PIEZAS DE BAMBÚ

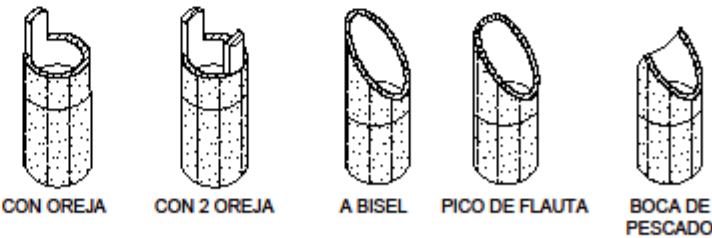


LÁMINA
N° 23 / 25

COTAS: METROS
ESCALA: INDICADA
ELABORÓ: Managua - Nicaragua
FECHA: Enero / 2018

UBICACION: Isla El Padre, Archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Departamento Río San Juan.
DISEÑO: Br. Jerónimo Zamora
PLAQUEO: Br. Jerónimo Zamora
REVISIÓN: Msc. Arq. Marilyn García

PROYECTO: Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES / CONSTRUCTIVOS





V. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se puede concluir que en el estudio de las variables para la realización de esta investigación se lograron resultados satisfactorios concluyéndose lo siguiente:

- Se realizó un análisis formal, funcional y constructivo de dos modelos análogos que usaron el bambú como principal material de construcción; retomando de estos elementos de diseño que se aplicaron a la propuesta como la simetría, el ritmo y la repetición, la distribución lineal que permitió una iluminación y ventilación natural, además del uso del bambú en elementos como puertas y ventanas.
- Se realizó un diagnóstico del sitio de emplazamiento de la propuesta donde se analizó su entorno y como aprovecharlo en el diseño; reforzándolo con una propuesta volumétrica dinámica y adaptable a la topografía explotando al máximo la zona en donde está ubicado; se aprovecharon las vistas panorámicas naturales, se redujo el impacto ambiental al terreno debido a la naturaleza propia del material bambú y se impactó al mínimo la topografía natural del sitio.
- Se elaboró una propuesta de diseño de tres viviendas usando bambú guadua como principal elemento de construcción, aportando una solución arquitectónica que tienen cualidades, aspectos, y características como el atractivo visual, el uso de un material liviano y resistente, altamente renovable y de rápido crecimiento; características propias que son adecuadas para la conservación y cuidado del medio natural. Cumpliendo con los ambientes básicos requeridos para la correcta y cómoda realización de las actividades de sus habitantes. Se propuso este material ya que es de fácil accesibilidad y bajo costo; demás de las grandes soluciones que el



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.

bambú ofrece gracias a sus ventajas que son aprovechables en la construcción.



5.2 RECOMENDACIONES

A las Instituciones Gubernamentales:

- Informar a la población acerca de los programas de mejoramiento habitacional ya que se carece del conocimiento sobre estos programas.
- Promover el uso de sistemas constructivos que sean más económicos y amigables con el medio ambiente, brindando de esta forma el acceso a viviendas más confortables, funcionales y económicas.
- Informar a la población acerca de los beneficios del uso del bambú en la construcción, las ventajas que proporciona al ambiente y su alta durabilidad si su tratamiento es el adecuado.
- Profundizar en los estudios entomológicos sobre las plagas que atacan al bambú y los métodos de curado para evitar el deterioro del material.
- Realizar estudios genéticos de viabilidad de la población de monos Congo (*Alouatta palliata*) y su impacto en la flora de la isla El Padre.
- Promover el desarrollo equilibrado del Bambú generando actividades económicas en sus diferentes áreas (agricultura, biología, investigación, construcción, turismo, etc.)
- Realizar un estudio y un plan de manejo de aguas negras del archipiélago de Solentiname para mejorar el tratamiento de las mismas y evitar la contaminación de las aguas del lago Cocibolca.



A la población en general:

- Cambiar las cubiertas de techo de paja u hoja de palma cada que se requiera.
- Promover métodos más fáciles, tradicionales y económicos del curado del bambú para que alcance una vida útil duradera.
- Ampliar el cultivo del bambú en otras zonas del país para su uso comercial, protector del medio ambiente y como material de construcción.

A la Universidad:

- Promover el estudio y uso del bambú como material así como sistema constructivo, en las futuras generaciones de profesionales de la construcción ya que es un material altamente versátil.



5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán Pérez, Iris Karlesky y Hernández Fletes, Ever Ulises (2012). *Propuesta de Anteproyecto Arquitectónico de Vivienda de Interés Social con Sistema Constructivo de Bambú”, en el Barrio Camilo Chamorro, Departamento de Managua*. Tesis monográfica. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua [UNAN-Managua]. Managua, Nicaragua.
- Arcila Losada, Jorge. (1993). *El Bambú como Material de Construcción*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Castro Hernández, Ana Berena (2014). *Estudio de factibilidad para la construcción de viviendas de interés social con el sistema constructivo de bambú en el municipio el Tuma-la Dalia, Departamento de Matagalpa*. Tesis monográfica. Universidad Nacional de Ingeniería [UNI]. Managua, Nicaragua.
- Cordero López, Jerald Giovany; Gichtters Rivera, Albert Josué y Téllez Urbina, Milder Javier (2009). *Capacidad resistente del bambú Guadua Amplexifolia, para propósitos constructivos*. Tesis monográfica. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua [UNAN-Managua]. Managua, Nicaragua.
- Déficit de Viviendas en Nicaragua Crece Aceleradamente (6 de agosto del 2008) *Economía, El Nuevo Diario*. [Versión electrónica]. Recuperado de: www.impreso.elnuevodiario.com.ni/2008/08/06/economia/82345 .
- Dirección General de Patrimonio Natural, Dirección Específica Sistema Nacional de Áreas Protegidas [SINAP] (Agosto 2008). *Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname*. Nicaragua.



El bambú: una excelente alternativa de construcción ecológica (20 de abril del 2012). *Variedades. El Nuevo Diario*. [Versión electrónica]. Recuperado de: <https://www.elnuevodiario.com.ni/variedades/248714-bambu-excelente-alternativa-construccion-ecologica/> .

Grupo Envío (1988). Vivienda: Algunos pequeños, Grandes Pasos. *Revista Envío* N° 84. [Versión electrónica]. Universidad Centroamericana [UCA]. Recuperado de: www.envio.org.ni/articulo/565

Grupo Envío (1994). Los mil y un usos del milenario bambú. *Revista Envío*. N° 152. [Versión electrónica]. Universidad Centroamericana [UCA]. Recuperado de: www.envio.org.ni/articulo/884

Hábitat para la humanidad. (2008). *Información clave sobre la situación actual de la vivienda social en Nicaragua*. Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos [INEC] (2006). *VIII Censo de Población y IV de Vivienda*. Nicaragua.

Lakier, Louise (15 de Mayo del 2013). *Sustainable bamboo for a prototype home in Nicaragua*. Recuperado de: www.houzz.com/ideabooks/1077149/list/My-Houzz—Sustainable-Bamboo-for-a-Prototype-Home-in-Nicaragua.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI] (2016). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de Guadua*. Ecuador.

Ministerio de Transporte e Infraestructura [MTI] (2011). *Nueva Cartilla de la Construcción*. Managua, Nicaragua.



Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2008). *Norma Técnica E. 100 BAMBÚ*. Perú.

Salas Delgado, Eduardo. 2006. *Actualidad y Futuro de la Arquitectura de Bambú en Colombia*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción [SENCICO] (2014). Manual de construcción de estructuras con bambú. Lima, Perú.

Se Necesitan 25,000 Viviendas Anuales (7 de marzo del 2012). *Activos. La Prensa* [Versión electrónica]. Recuperado de:
www.laprensa.com.ni/2012/03/07/activos/93138-se-necesitan-25000-viviendas).

Red Internacional del Bambú y Ratán [INBAR] (2015). *Manual de Construcción con Bambú*. Lima, Perú.



ANEXOS

Ilustraciones



*Ilustración V-1: Zonas de crecimiento de la guadua en Nicaragua.
Fuente: Elaboración Propia*



DESCRIPCION		UTILIZACION
Parte apical de la guadua, con una longitud de 1,20 a 2,00 m.	20 m.	Se replica en el suelo del guadua como aporte de materia orgánica.
Sección de menor diámetro. Su longitud tiene aproximadamente 3 metros	18 m.	Se utiliza en la construcción como correa de techos con tejas de barro o de paja. Se emplea como tutor en cultivos transitorios.
Es un tramo de guadua con buen comercio debido a su diámetro, que permite un buen uso. Posee una longitud aproximada de 4 metros.	15 m.	Utilizada como elemento de soporte en estructuras de concreto de edificios en construcción (punta). También se emplea como viguetas para formatear planchas y como postes de espalderas en cultivos.
Parte de la guadua que mayores usos posee, debido a su diámetro intermedio. Es la sección más comercial de la guadua. La longitud es de 8 metros aproximadamente.	11 m.	De esta sección se elabora la esterilla, la cual tiene múltiples usos: en construcción de paredes, casetones, formalestas de planchas y como postes.
Sección basal del culmo de mayor diámetro, debido a sus entrenudos más cortos proporciona una mayor resistencia, tiene una longitud de 3 metros.	3 m.	Se utiliza como columnas en construcción y como cercos o elementos de espalderas en cultivos.
Es un tallo modificado, subterráneo, y se conoce popularmente como "caimán"	0 m.	En decoración y juegos infantiles.

Ilustración V-2: Partes de la Guadua
Fuente: Manual de Construcción con Bambú. 2004. Ecuador



Guía de Observación

Objetivo: Aplicar la técnica de observación para identificar directamente problemáticas y condiciones de las viviendas de la zona.

1. Tipo de Vivienda:

- Casa Terminada
- Casa a medio construir
- Observaciones: _____

2. Estado de la Vivienda:

- Bueno
- Malo
- Regular

3. Sistema Constructivo Paredes:

- Mampostería
- Madera
- Minifalda
- Otros: _____

4. Materiales de Estructura y cubierta de Techo:

5. Materiales de Piso:

6. Estilo Arquitectónico:

- Moderno
- Tradicional
- Colonial
- Mixto

7. Número de Plantas:

8. Acceso a Servicios Básicos:

- Agua Potable
- Energía Eléctrica
- Tratamiento de Aguas Negras

Comentarios: _____



Entrevista

El siguiente formato de entrevista están dirigida aquellas personas que se encargan de desarrollar proyectos con bambú, principalmente para la construcción de viviendas, además de expertos con conocimiento sobre el proceso productivo de esta planta.

1. ¿Hace cuánto implementa el uso de bambú en sus diseños y/o proyectos constructivos?
2. ¿Qué lo motivó a utilizar el Bambú en propuestas de proyectos?
3. ¿Solamente propone el material en sus diseños o también se encarga del proceso constructivo del proyecto?
4. De encargarse del proceso constructivo del proyecto ¿De dónde obtiene el material?
5. ¿Tiene conocimiento de empresas que se encarguen de producir la materia prima que propone en el desarrollo de sus proyectos?
6. ¿En qué tipo de proyectos a implementado Bambú? ¿Y de qué manera?
7. El bambú ha tenido gran alcance en el diseño de interiores, ¿Al proponer Bambú lo hace directamente de forma constructiva y estructural o también proyecta el diseño de los espacios haciendo uso del mismo?
8. ¿En sus diseños y propuestas existe la posibilidad de proponer muebles y decoración con bambú?
9. ¿Al desarrollar proyectos con bambú, el presupuesto de la obra le resulta más económica o viene teniendo los mismos resultados que cualquier otro material?
10. ¿Ha tenido la oportunidad de especializarse sobre el tema del Bambú en países extranjeros? ¿Cuáles son sus expectativas sobre este material?
11. ¿Cuál cree que sea la razón del porque las empresas no aprovechan este recurso?
12. Se dice que La Guadua Angustifolia es la más apta para la construcción de proyectos habitacionales, según su experiencia ¿Cuál es su opinión?



13. ¿Ha tenido la oportunidad de investigar las distintas especies de bambú que existen en el país? ¿Podría mencionar cuales y cuál es la que mayormente utiliza?
14. Si bien existen Leyes, reglamentos y normas de los sistemas forestales del país, ¿A qué se debe que no existe un control y plan de manejo adecuado sobre esta planta?
15. ¿Considera que el Bambú, podría ser la solución a la gran problemática del déficit habitacional que afecta al país?
16. ¿Cuál considera que sea la respuesta para que el déficit habitacional del país no siga aumentando?



Tablas

Tabla V-1: Listado de Fauna de Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname.
Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname

Orden/Especie	Familia	Nom. Común
PODICIPEDIFORMES		
Podilymbus podiceps	Podicipedidae	Pato de agua
PELECANIFORMES		
Pelecanus occidentalis	Pelecanidae	Pelícano
Phalacrocorax brasilianus	Phalacrocoracidae	Pato chancho
Anhinga anhinga	Anhingidae	Pato aguja
Fregata magnificens	Fregatidae	Tijereta de mar
CICONIIFORMES		
Tigrisoma lineatum	Ardeidae	Martín peña
Tigrisoma mexicanum	Ardeidae	Punco
Nycticorax nycticorax	Ardeidae	Chocuaca
Nyctanassa violacea	Ardeidae	
Cochlearius cochlearius	Ardeidae	Cuaca
Bubulcus ibis	Ardeidae	Garza bueyera
Butorides virescens	Ardeidae	Punco
Egretta tricolor	Ardeidae	Garceta tricolor
Egretta caerulea*	Ardeidae	Garza morena
Egretta thula	Ardeidae	Garza
Casmerodius albus	Ardeidae	Garzón real
Ardea herodias*	Ardeidae	Garzón azulado
Agamia agami	Ardeidae	Garza
Mycteria americana	Ciconiidae	Cigüeña
Mesembrinibis cayennensis	Threskiornithidae	Ibis verde
Eudocimus albus	Threskiornithidae	Ibis blanco
Ajaia ajaja	Threskiornithidae	Espátula rosada



ANSERIFORMES		
Dendrocygna autumnalis	Anatidae	Piche
Cairina moschata	Anatidae	Pato real
Anas discors*	Anatidae	Cerceta
Anas clypeata*	Anatidae	Pato cuchara
Aythya afinis*	Anatidae	Cerceta
FALCONIFORMES		
Cathartes aura	Cathartidae	Zonchiche
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote
Pandion haliaetus*	Pandionidae	Águila pescadora
Chondrohierax uncinatus	Accipitridae	Gavilán
Elanoides forficatus*	Accipitridae	Tijereta
Elanus leucurus	Accipitridae	Gavilán
Rosthramus sociabilis	Accipitridae	Gavilán caracolero
Ictinia plumbea	Accipitridae	Gavilán
Accipiter superciliosus	Accipitridae	
Buteogallus anthracinus	Accipitridae	

Orden/Especie	Familia	Nom. Común
Buteo nitidus	Accipitridae	Gavilán pollero
Buteo magnirostris	Accipitridae	Gavilán pollero
Buteo albonotatus	Accipitridae	Gavilán
Caracara plancus	Falconidae	Querque
Herpetotheres cachinnans	Falconidae	Gua
Micrastur semitorquatus	Falconidae	Halcón
Falco ruficularis		
Falco columbarius*	Falconidae	Águila
Falco peregrinus*	Falconidae	Halcón peregrino
GRUIFORME		



Aramus guarauna	Aramidae	Correa
Aramides cajanea		
Porphyrula martinica		
CHARADRIIFORME		
Jacana spinosa	Jacanidae	
Burhinus bistriatus	Burhinidae	Alcaraván
Himantopus mexicanus	Recurvirostridae	Soldadito
Actitis macularia*	Scolopacidae	Andarrios
Larus atricilla	Laridae	Gaviota
Larus pipixcan		
Sterna maxima	Laridae	Pagaza real
COLUMBIFORMES		
Columba cayennensis	Columbidae	Paloma
Columba flavirostris	Columbidae	Paloma
Zenaida asiatica	Columbidae	Paloma aliblanca
Columbina passerina		Tortolita
Columbina talpacoti	Columbidae	Tortolita
Columbina minuta	Columbidae	Tortolita
Columbina inca	Columbidae	San Nicolas
Leptotila rufaxilla	Columbidae	Paloma
Leptotila verreauxi	Columbidae	Paloma coliblanca
Geotrygon violacea	Columbidae	Paloma perdiz
PSITTACIFORMES		
Aratinga finschi	Psittacidae	Cotorra
Brotogeris jugularis	Psittacidae	Zapoyol
Amazona auropalliata	Psittacidae	Lora nuca amarilla
Amazona farinosa	Psittacidae	Lora
Amazona albifrons	Psittacidae	Cotorra
CUCULIFORMES		



Coccyzus minor	Cuculidae	Cuclillo
Crotophaga sulcirostris	Cuculidae	Pijul
Tapera naevia	Cuculidae	Tres pesos
STRIGIFORME		
Ciccaba virgata	Strigidae	Lechuza
Asio clamator	Strigidae	Búho

Orden/Especie	Familia	Nom.Común
CAPRIMULGIFORMES		
Lurocalis semitorquatus	Caprimulgidae	
Chordeiles minor	Caprimulgidae	
Nyctidromus albicollis	Caprimulgidae	Pocoyo
APODIFORMES		
Cypseloides niger	Apodidae	Golondrina
Panyptila cayennensis	Apodidae	Vencejo
Chlorostilbon canivetii	Trochilidae	Gurrión
Anthracothorax prevostii	Trochilidae	Colibrí
Hylocharis eliciae	Trochilidae	Colibrí
Amazilia rutila	Trochilidae	Gurrión
Amazilia tzacatl	Trochilidae	Gurrión
TROGONIFORMES		
Trogon melanocephalus	Trochilidae	Viuda
CORACIIFORMES		
Ceryle torquata	Alcedinidae	Martín pescador
Ceryle alcyon*	Alcedinidae	Martín pescador
Chloroceryle amazona	Alcedinidae	Martín pescador
Chloroceryle americana	Alcedinidae	Martín pescador
PICIFORMES		
Melanerpes hoffmannii	Picidae	Carpintero



PASSERIFORMES		
Synallaxis brachyura	Furnaridae	Arquitecto
Cymbilaimus lineatu	Formicaridae	Batara lineado
Taraba major	Formicaridae	Batara
Thamnophilus doliatus	Formicaridae	Batará barreteado
Myrmotherula schisticolor	Formicaridae	
Pachyramphus aglaiae	Tityridae	Cabazon plumizo
Tityra semifasciata	Tityridae	Pájaro chancho
Tityra inquisitor	Tityridae	
Tyrannus verticalis*	Tyrannidae	Guís
Tyrannus forficatus*	Tyrannidae	Guís
Tyrannus melancholicus	Tyrannidae	Guís
Megarhynchus pitangua	Tyrannidae	Guís
Myiozetetes similis	Tyrannidae	Guís
Pitangus sulphuratus	Tyrannidae	Guís
Coryphotriccus albobittatus	Tyrannidae	Guís
Myiarchus tyrannulus	Tyrannidae	Guís
Myiarchus nuttingi	Tyrannidae	Guís
Myiarchus crinitus*	Tyrannidae	Guís
Myiarchus cinerascens	Tyrannidae	Guís
Myiarchus tuberculifer	Tyrannidae	Guís
Contopus cinereus	Tyrannidae	Mosquero
Terenotriccus erythrurus	Tyrannidae	Mosquero
Todirostrum cinereum	Tyrannidae	Mosquero

Orden/Especie	Familia	Nom. Común
Capsiempis flaveola	Tyrannidae	Mosquero
Camptostoma imberbe	Tyrannidae	Mosquero
Elaenia flavogaster	Tyrannidae	Mosquero



Progne chalybea*	Hirundinidae	Golondrina
hirundo rustica*	Hirundinidae	Golondrina
Hirundo pyrrhonota*	Hirundinidae	Golondrina
Riparia riparia*	Hirundinidae	Golondrina
Notiochelidon cyanoleuca*	Hirundinidae	Golondrina
Tachycineta albilinea	Hirundinidae	Golondrina
Cyanocorax morio	Corvidae	Urraca parda
Troglodytes aedon	Troglodytidae	Cucarachero
Turdus grayi	Turdidae	Sinsonte
Hylocichla mustelina*	Turdidae	Zorsal
Vireo pallens*	Vireonidae	Vireo de manglar
Vireo flavoviridis	Vireonidae	Fraile
Helmitheros vernivorus*	Parulidae	Reinita
Vermivora peregrina*	Parulidae	Reinita
Dendroica petechia*	Parulidae	Reinita
Seiurus noveboracensis*	Parulidae	Reinita acuática
Geothlypis poliocephala	Parulidae	Reinita
Psarocolius montezuma	Icteridae	Oropéndola
Amblycercus holosericeus	Icteridae	Vaquero
Quiscalus mexicanus	Icteridae	Zanate
Icterus galbula*	Icteridae	Chorcha
Icterus spurius*	Icteridae	Bolsero
Agelaius phoeniceus	Icteridae	Sargento
Thraupis episcopus	Thraupidae	Viuda
Ramphocelus passerinii	Thraupidae	Rabadilla tinta
Piranga rubra	Thraupidae	Cardenal veranero
Piranga olivacea	Thraupidae	Tángara
Pheucticus ludovicianus*	Emberizidae	
Sporophila aurita	Emberizidae	Arrocero



Sporophila minuta	Emberizidae	Arrocero
Sporophila torqueola	Emberizidae	
Volatinia jacarina	Emberizidae	Arrocero
Arremonops conirostris	Emberizidae	
Arremonops rufivirgatus	Emberizidae	

Tabla V-2: Mamíferos reportados para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname
Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname

Orden	Familia	Género	Especie	Nom. Común
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus	virginianus	Venado Cola Blanca
Carnivora	Mustelidae	Procyon	lotor	Mapache
Carnivora	Procyonidae	Nasua	narica	Pizote
Rodentia	Dasypractidae	Dasyprocta	punctata	Guatuza
Marsupialia	Didelphidae	Didelphis	marsupialis	Zorro c/blanca
Primates	Cebidae	Alouatta	palliata	Congo
Rodentia	Agoutidae	Agouti	Paca	Tepescuintle Guardatinaja,
Edentata	Dasypodidae	novemcinctus	novemcinctus	Cusuco
Marsupialia	Didelphidae	derbianus	derbianus	Comadreja

Tabla V-3: Especies de anfibios reportados para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname

Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname

Orden	Familia	Género	Especie	Nom. Común
Crocodylia	Crocodylidae	Crocodylus	acutus	
Crocodylia	Crocodylidae	Caiman	crocodilus	Cuajipal
Squamata	Boidae	Boa	constrictor	Boa común
Squamata	Elapidae	Micrurus	nigrocinctus	Coral
Squamata	Iguanidae	Basiliscus	plumifrons	Basilisco verde
Squamata	Iguanidae	Basiliscus	vittatus	Basilisco café



Squamata	Iguanidae	Iguana	iguana	
		Ctenosaura	Similis	Garrobo
Squamata	Iguanidae	Norops	humilis	
Squamata	Iguanidae	Norops	oxylophus	
	Gekkonidae	Gonatodes	albogularis	Largatija
	Teiidae	Ameiva	sp.	
		Drymanchon	corais	
	Testudinidae	Chrysemys	ornata	Tortuga ñoca
Anura	Bufonidae	Bufo	marinus	Sapo común
Anura	Ranidae	Rana	palmipes	
		Rana	vierlandieri	
Anura	Leptodactylidae	Leptodactylus	pentadactylus	Rana ternero

Tabla V-4: Listado de flora reportada para el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname.
Fuente: Plan de Manejo Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname

Género	Especie	Familia
Thypia	sp.	
Jaltropha	gossypiifolia	
Cleome	viscosa	
Panicum	maximum	
Sideroxylon	Capiri ssp tempisque	
Lonchocarpus	sp.	
Martynia	annua	
Cecropia	sp.	
Manettia	reclinata	
Garcinia	nutans	
Phragmites		
Petiveria	sp	
Opuntia	sp	
Mangifera	indica	Anacardiaceae



Spondias	mombin	Anacardiaceae
Annona	muricata	Annonaceae
Annona	glabra	Annonaceae
Stemmadenia	obovata	Apocynaceae
Plumeria	rubra	Apocynaceae
Pistia	stratoides	Araceae
Bactris	gasipaes	Arecaceae
Cocos	nucifera	Arecaceae
Acrocomia	mexicana	Arecaceae
Asclepias	curassavica	Asclepiadaceae
Crescentia	alata	Bignoniaceae
Tabebuia	ochracea	Bignoniaceae
Tabebuia	rosea	Bignoniaceae
Bixa	orellana	Bixaceae
Ochroma	pyramidale	Bombacaceae
Ceiba	pentandra	Bombacaceae
Pachira	quinata	Bombacaceae
Pachira	aquatica	Bombacaceae
Quararibea	funeris	Bombacaceae
Pseudobombax	septenatum	Bombaceae
Cordia	inermis	Boraginaceae
Bromelia	pinguin	Bromeliaceae
Tillandsia	caput-medusae	Bromeliaceae
Tillandsia	ionantha	Bromeliaceae
Ananas	cosmosus	Bromeliaceae
Tillandsia	bulbosa	Bromeliaceae
Tillandsia	usneoides	Bromeliaceae
Bursera	simarouba	Burseraceae
Género	Especie	Familia



Hylocereus	costaricensis	Cactaceae
Acanthocereus	tetragonus	Cactaceae
Senna	atomaria	Caesalpinaceae
Senna	alata	Caesalpinaceae
Acacia	Sp.	Caesalpinaceae
Hymenea	courbaril	Caesalpinaceae
Dialium	guianense	Caesalpinaceae
Caesalpinia	coriaria	Caesalpinaceae
Caesalpinia	Exostemma ssp. Exostema	Caesalpinaceae
Crateva	tapia	Capparaceae
Terminalia	catappa	Combretaceae
Terminalia	Sp.	Combretaceae
Dichorisandra	hexandra	Commelinaceae
Cyperus	giganteus	Cyperaceae
Cyperus	sp.	Cyperaceae
Diospyros	nicaraguensis	Ebenaceae
Hura	crepitans	Euphorbiaceae
Cnidoscolus	urens	Euphorbiaceae
Hevea	brasiliensis	Euphorbiaceae
Erythrina	fusca	Fabaceae
Erythrina	sp.	Fabaceae
Aeschynomene	sp.	Fabaceae
Lonchocarpus	miniflotus	Fabaceae
Gliricidia	sepium	Fabaceae
Casearia	corymbosa	Flacourtiaceae
Heliconia	latispatha	Heliconiaceae
Gyrocarpus	americanus	Hernandiaceae
Ocotea	veraguensis	Lauraceae
Malvaviscus	arboreus	Malvaceae



Hibiscus	rosa-sinensis schizopetalus	var	Malvaceae
Calathea	lutea		Marantaceae
Thalia	geniculata		Maranthaceae
Cedrela	odorata		Meliaceae
Trichilia	americana		Meliaceae
Mimosa	pigra		Mimosaceae
Zigia	longifolia		Mimosaceae
Enterolobium	cyclocarpum		Mimosaceae
Pithecellobium	dulce		Mimosaceae
Tamarindus	indicus		Mimosaceae
Albizia	saman		Mimosaceae

Género	Especie	Familia
Inga	sp	Mimosaceae
Brosimum	alicastrum	Moraceae
Castilla	elastica	Moraceae
Ficus	sp.	Moraceae
Brosimum	sp.	Moraceae
Chlorophora	tinctoria	Moraceae
Ardisia	sp.	Myrsinaceae
Psidium	guajaba	Myrtaceae
Ludwigia	sp.	Onagraceae
Myrmecophila	tibicinis	Orchidaceae
Laelia	rubescens	Orchidaceae
Epidendrum	stamfordianum	Orchidaceae
Brassavola	nodosa	Orchidaceae
Hyparrhenia	rufa	Poaceae
Eichornia	crassipes	Pontederiaceae



Randia	sp.	Rubiaceae
Coffea	arabica	Rubiaceae
Hamelia	patens	Rubiaceae
Guettarda	macrosperma	Rubiaceae
Calycophyllum	candidissimum	Rubiaceae
Salvinia	sp.	Salviniaceae
Allophyllus	occidentalis	Sapindaceae
Sapindus	saponaria	Sapindaceae
Pouteria	zapota	Sapotaceae
Manilkara	chicle	Sapotaceae
Manilkara	zapote	Sapotaceae
Russelia	sarmentosa	Scrophulariaceae
Selaginella	Sp.	Selaginellaceae
Quassia	amara	Simaroubaceae
Simarouba	glauca	Simaroubaceae
Byttneria	aculeata	Sterculiaceae
Sterculia	apetala	Sterculiaceae
Guazuma	ulmifolia	Sterculiaceae
Jacquinia	nervosa	Theophrastaceae
Luehea	semmanili	Tiliaceae
Celtis	iguanae	Ulmaceae
Lantana	camara	Verbenaceae



Fotografías del Sitio



Foto V-1: Vista de las Islas del Archipiélago de Solentiname
Fuente: Elaboración Propia



Foto V-2: Vista de la isla el padre
Fuente: Elaboración Propia



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



*Foto V-3: Vista de lanchas navegando frente al terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-4: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-5: Vista de un mono Congo en un árbol del terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-6: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-7: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-8: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



*Foto V-10: Vista hacia Isla San Fernando desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-9: Vista hacia Isla San Fernando desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



Foto V-11: Vista hacia Isla Zacatón desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia



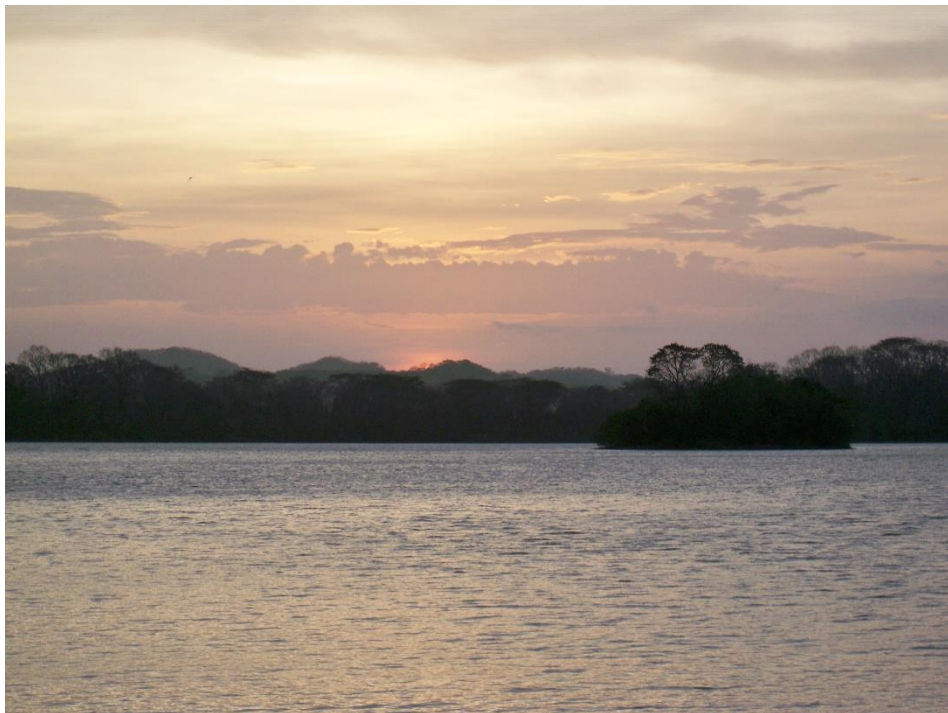
Foto V-12: Vista hacia Isla Zacatón desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



*Foto V-13: Vista de la costa del terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-14: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



Anteproyecto Arquitectónico de tres modelos de vivienda de descanso a base de Bambú, en el archipiélago de Solentiname, Municipio de San Carlos, Río San Juan.



*Foto V-15: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*



*Foto V-16: Vista hacia el lago desde el terreno
Fuente: Elaboración Propia*